

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

**DESENVOLVIMENTO DE UM IMPLEMENTO PARA
ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS NO
PLANTIO DIRETO**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA

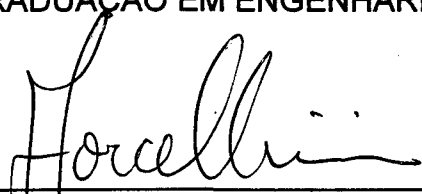
FRED LACERDA AMORIM
FLORIANÓPOLIS, FEVEREIRO DE 1996

DESENVOLVIMENTO DE UM IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS NO PLANTIO DIRETO


FRED LACERDA AMORIM

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
MESTRE EM ENGENHARIA

ESPECIALIDADE ENGENHARIA MECÂNICA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO PROJETO
DE SISTEMAS MECÂNICOS, APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO CURSO DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA.



Prof. Fernando A. Forcellini, Dr. Eng.
Orientador




Prof. Antônio F. C. da Silva, Dr. Eng.
Coordenador do Curso

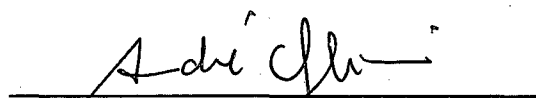
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Walter Rauen de Souza, Dr-Ing.



Prof. Nelson Back, Ph.D.
Presidente



Prof. André Ogliari, M.Eng.



Prof. Edison da Rosa, Dr.Eng.

*Dedico a meus pais, a minha avó Maria Rosa
e a Kátia, pelo apoio e incentivo constantes.*

AGRADECIMENTOS

O autor gostaria de expressar gratidão aos professores Fernando A. Forcellini pela orientação e Nelson Back pelo apoio, incentivo e sugestões durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos companheiros do Laboratório de Projeto, em especial aos técnicos Roberto J. D. de Andrade e João Batista R. A. Duarte pelas idéias e apoio na construção do protótipo e, aos bolsistas Volmar Wolff e Pablo D. do Valle pela grande ajuda em todo o trabalho.

Aos professores Augusto Weiss, André Ogliari e Walter Rauen pelas críticas.

Aos colegas Renato Miranda pelo auxílio computacional, a Alexandre F. Lemos pela ajuda no projeto conceitual, a Sandro Luís pelo incentivo e a Ricardo C. de Resende e Marcus V. Bertapelli pelas sugestões.

Aos laboratórios da UFSC: Labsolda, Usicon, LMP e GRANTE pelos serviços prestados.

Enfim, a todos que contribuíram de várias formas para a concretização deste trabalho, meu reverente agradecimento.

SUMÁRIO

RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
APÍTULO I - INTRODUÇÃO.....	01
1.1 - Generalidades.....	01
1.2 - O plantio direto.....	02
1.3 - A cebola no contexto do Estado de Santa Catarina.....	04
1.3.1 - O plantio direto e o cultivo da cebola.....	04
1.3.2 - Desenvolvimento de protótipos para transplante de mudas de cebola.....	05
1.4 - Desenvolvimento de um microtrator articulado.....	06
1.5 - O problema proposto.....	08
APÍTULO II - ESTADO DA ARTE -	
Sistemas de abertura de sulcos e dosagem de adubo.....	11
2.1 - Introdução.....	11
2.2 - Sistemas para preparo de sulcos no plantio convencional	11
2.2.1 - Sulcadores de enxada.....	11
2.2.2 - Sulcadores de facão.....	13
2.2.3 - Botas sulcadoras.....	14
2.2.4 - Sulcadores de disco simples.....	15
2.2.5 - Sulcadores de discos duplos.....	16
2.3 - Sistemas para preparo de sulcos no plantio direto.....	17
2.3.1 - Máquinas com discos de corte.....	17
2.3.2 - Máquinas com facas.....	20
2.3.3 - Máquinas com enxadas rotativas.....	21

2.4 - Sistemas dosadores de adubo.....	22
2.4.1 - Dosadores helicoidais.....	23
2.4.2 - Dosadores tipo rotor dentado.....	23
2.4.3 - Dosadores de correias ou correntes.....	24
2.4.4 - Dosadores do tipo rotor canelado.....	25
2.4.5 - Outros tipos de dosadores.....	25
2.5 - Conclusões.....	28
 CAPÍTULO III - ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.....	29
3.1 - Introdução.....	29
3.2 - Caracterização dos consumidores diretos.....	29
3.3 - Parâmetros e características agronômicas.....	30
3.3.1 - Características do solo para transplante de mudas de cebola....	30
3.3.2 - Características dos sulcos preparados.....	31
3.3.3 - Características de adubação.....	31
3.4 - Necessidades do consumidor.....	32
3.5 - Desdobramento da função qualidade - QFD.....	33
 CAPÍTULO IV - PROJETO CONCEITUAL.....	40
4.1 - Introdução.....	40
4.2 - Desenvolvimento de uma estrutura de funções.....	40
4.3 - Desenvolvimento de princípios de soluções.....	43
4.4 - Geração de concepções.....	48
 CAPÍTULO V - PROJETO PRELIMINAR.....	56
5.1 - Introdução	56
5.2 - Cinemática das enxadas rotativas.....	57
5.3 - Força e potência consumidas pelas enxadas rotativas.....	58
5.4 - Dimensionamento da caixa de redução opcional (CX2).....	63

5.5 - Posicionamento da CX2 e transmissão de potência para as rodas.....	66
5.6 - Transmissão de potência para o preparo e adubação de sulcos.....	69
5.7 - Sistema estrutural.....	70

CAPÍTULO VI - PROJETO DETALHADO

6.1 - Sistema de adubação.....	74
6.2 - Sistema de preparo de sulcos.....	77
6.3 - Carcaça da caixa de redução opcional (CX2).....	78
6.4 - Transmissão de potência.....	80
6.4.1 - Transmissão de potência para as rodas.....	81
6.4.2 - Transmissão para o preparo e adubação de sulcos.....	83
6.5 - Sistema estrutural.....	85
6.6 - Protótipo completo.....	87

CAPÍTULO VII - TESTES DO PROTÓTIPO

7.1 - Teste de laboratório.....	89
7.1.1 - Procedimento para o teste de laboratório.....	89
7.1.2 - Resultados do teste de laboratório.....	90
7.2 - Testes de campo.....	91
7.2.1 - Características do campo de testes.....	91
7.2.2 - Primeiro teste de campo.....	92
7.2.3 - Segundo teste de campo.....	93
7.2.3.1 - Resultado dos testes de campo.....	93
7.2.3.2 - Conclusões sobre os testes realizados.....	96
7.3 - Recomendações para reprojeto.....	97

CAPÍTULO VIII - Conclusões

8.1 - Conclusões gerais sobre o projeto.....	100
8.2 - Análise crítica da metodologia de projeto.....	101

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
---------------------------------	-----

APÊNDICES	104
-----------------	-----

Apêndice 1 - Determinação da relação de transmissão total.....	105
--	-----

1.a - Determinação da relação de transmissão total.....	106
---	-----

Apêndice 2 .- Testes do dosador de adubo.....	110
---	-----

2.a - Testes do dosador de adubo.....	111
---------------------------------------	-----

2.b - Procedimento para teste de vazão.....	112
---	-----

2.c - Resultados.....	112
-----------------------	-----

Apêndice 3 - Desenhos detalhados do implemento.....	115
---	-----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Função total : preparar e adubar sulcos.....	09
Figura 2.1 - Sulcador de enxada.....	12
Figura 2.2 - Sulcador de facão.....	13
Figura 2.3 - Bota sulcadora.....	14
Figura 2.4 - Sulcador de disco simples.....	15
Figura 2.5 - Sulcador de discos duplos.....	16
Figura 2.6 - Disco liso plano.....	18
Figura 2.7 - Disco corrugado.....	18
Figura 2.8 - Disco ondulado.....	19
Figura 2.9 - Disco recortado.....	19
Figura 2.10 - Sistema de faca simples.....	20
Figura 2.11 - Enxada rotativa.....	21
Figura 2.12 - Dosador helicoidal.....	23
Figura 2.13 - Dosador tipo rotor dentado.....	24
Figura 2.14 - Dosador de correia.....	24
Figura 2.15 - Dosador tipo rotor canelado.....	25
Figura 2.16-a - Dosador tipo janela com agitador.....	26
Figura 2.16-b - Dosador tipo prato rotativo com agitador paralelo ao prato.....	26
Figura 2.16-c - Dosador tipo roseta rotativa.....	27
Figura 2.16-d - Dosador tipo prato rotativo com agitador tipo haste.....	27
Figura 3.1 - Casa da Qualidade.....	37
Figura 4.1 - Estrutura da função total: preparar e adubar sulcos.....	40
Figura 4.2-a - Estrutura de funções parciais.....	42
Figura 4.2-b - Estrutura de funções para o implemento de abertura e adubação de sulcos.....	42
Figura 4.3 - Matriz morfológica.....	47
Figura 4.4 - Princípios de solução escolhidos para as funções do implemento	53
Figura 4.5-a - Vista lateral esquerda da concepção escolhida.....	54

Figura 4.5-b - Vista lateral direita da concepção escolhida.....	55
Figura 5.1 - Trajetória descrita pelas enxadas rotativas.....	57
Figura 5.2 - Forças nas enxadas rotativas.....	59
Figura 5.3 - Engrenamento da caixa de redução opcional (CX2).....	64
Figura 5.4 - Posicionamento da CX2 segundo VALDIERO [6].....	66
Figura 5.5 - Vista lateral do novo leiaute para instalação da CX2.....	67
Figura 5.6 - Transmissão de potência para as rodas do microtrator articulado.....	68
Figura 5.7 - Diagrama de rotações no eixo das rodas do microtrator.....	68
Figura 5.8 - Transmissão de potência para o preparo e adubação de sulcos.....	70
Figura 5.9 - Sistema estrutural do implemento.....	71
Figura 5.10 - Esquema simplificado do implemento para o Cálculo do CG.....	72
Figura 6.1 - Dosador de adubo.....	75
Figura 6.2 - Vistas do rotor do dosador.....	76
Figura 6.3 - Reservatório de adubo planificado.....	76
Figura 6.4 - Sistema de preparo de sulcos.....	77
Figura 6.5 - Pára-lama de contenção do solo revolvido.....	78
Figura 6.6 - Carcaça da caixa de redução opcional.....	79
Figura 6.7 - Trambulador de marchas da CX2.....	80
Figura 6.8 - Transmissão detalhada de potência para as rodas do microtrator.....	81
Figura 6.9 - Vista lateral destacando a transmissão de potência para as rodas.....	82
Figura 6.10 - Destaque das correntes de transmissão de potência.....	82
Figura 6.11 - Transmissão detalhada de potência para o preparo e adubação de sulcos.....	83
Figura 6.12 - Eixo intermediário de transmissão de potência.....	85
Figura 6.13 - Estrutura do implemento explodida.....	85
Figura 6.14 - Sistema estrutural do implemento.....	86
Figura 6.15 - Estrutura do implemento.....	87
Figura 6.16 - Protótipo completo montado no microtrator.....	88
Figura 7.1 - Campo de testes na fazenda da ressacada - UFSC- Florianópolis.....	92
Figura 7.2 - Detalhe da largura e profundidade dos sulcos preparados.....	94
Figura 7.3 - Detalhe dos sulcos preparados.....	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Velocidades do microtrator após instalação da CX2.....	69
Tabela 5.2 - Forças e cotas utilizadas para o cálculo do C.G.....	72
Tabela 6.1 - Cadeia de transmissão de potência para o preparo e adubação de sulcos.....	84

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento, a construção e os testes do protótipo de um implemento para abertura e adubação de sulcos no plantio direto. Este implemento, destinado a pequenos produtores rurais, é acoplado ao microtrator articulado desenvolvido pelo Laboratório de Projeto do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina.

Inicialmente, justifica-se o desenvolvimento deste trabalho e, em seguida, apresenta-se o levantamento bibliográfico sobre sistemas de abertura de sulcos e dosagem de adubo, efetuado com a finalidade de reunir informações técnicas para as especificações de projeto. Com base nestas informações e utilizando-se ferramentas de apoio ao projeto conceitual, dentre elas o QFD (*Quality Function Deployment*), a estruturação de funções e a matriz morfológica, desenvolveu-se uma concepção para o implemento, onde procurou-se atingir uma solução de fácil fabricação e montagem, baixo custo, robusta e compacta.

Partindo-se desta solução conceitual foi desenvolvido o projeto preliminar, e a seguir, o projeto detalhado. O protótipo construído possui um conjunto de enxadas rotativas para a abertura dos sulcos e dosador tipo rotor canelado para dosagem do adubo. Posteriormente, foram realizados testes de campo visando avaliar o desempenho do protótipo e sua adequação aos objetivos propostos.

ABSTRACT

This work presents the development, construction and tests of an agricultural machine prototype for opening and fertilizing the soil surface. This prototype will be coupled with an articulated microtractor developed by *LP-UFSC*¹ and is to be used by small farmers that apply the direct drilling technique.

In its initial part, the work describes an argumentation to justify the necessity for developing the prototype and following, presents the bibliographic review used to gather technical information to identify the correct design constraints. So, by using both the gathered information and some design techniques, such as the Quality Function Deployment, the establishment of function structures and the morphological matrix, the conceptual design of the prototype was developed. The aim was to find a solution of low cost, compact and easy to manufacture and to assemble.

Finally, the development of the embodiment design and detailed design are presented. The constructed prototype uses rotary hoes for opening the soil and a special doser to control the fertilizer's flow rate. Evaluation tests were carried out to estimate the prototype adequacy to the proposed objectives.

¹ *LP-UFSC* - Design Laboratory of the Mechanical Engineering Department of the Federal University of Santa Catarina, Florianópolis- SC, Brasil

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

I.1-Generalidades

A arte de projetar um produto começa com a identificação de uma necessidade. Esta necessidade pode ser um apelo do mercado ou até mesmo fruto do conhecimento do projetista. Para que o produto projetado alcance o sucesso desejado entre os consumidores e atenda aos objetivos da equipe de projeto, esta necessidade deve ser bem identificada e estabelecida.

Neste capítulo, são apresentados os fatores que levaram ao estabelecimento da necessidade de se desenvolver o presente trabalho.

Estes fatores motivantes estão descritos numa seqüência lógica que se inicia pela análise da necessidade básica, ou seja, a melhoria das técnicas agrícolas para o uso do solo, aqui representada pelo plantio direto. Em seguida, analisa-se no contexto da cultura da cebola em Santa Catarina, a adoção deste novo sistema de plantio pelos pequenos agricultores e a necessidade de máquinas adequadas para as operações de cultivo no plantio direto. Dando prosseguimento, descreve-se o esforço do Laboratório de Projeto do Departamento de Engenharia Mecânica em contribuir com o desenvolvimento de implementos que preencham efetivamente algumas destas lacunas em termos de mecanização agrícola como por exemplo, o desenvolvimento de dois protótipos para transplante de mudas de cebola, de uma semeadora adubadora por covas para acoplamento a microtratores e, por fim, o projeto de um microtrator articulado. Finaliza-se, então, com o estabelecimento da necessidade de se desenvolver um implemento para abertura e adubação de sulcos, trabalho este que se constitui em mais uma contribuição dentro da linha de pesquisa de desenvolvimento de máquinas para o plantio direto, realizada pelo Laboratório de Projeto.

1.2 - O plantio direto

Ao se falar em plantio direto, torna-se necessário definir com exatidão o sentido do termo a fim de mostrar claramente o seu significado. Para tanto, adota-se a definição sugerida por DERPSCH [1]: Plantio direto ou *direct drilling* é uma técnica de cultivo onde a semente ou a muda é colocada diretamente no solo, sempre com uma cobertura vegetal e não revolvido, utilizando-se de máquinas especiais. Abre-se somente um pequeno sulco ou cova com largura e profundidade suficientes para assegurar uma boa cobertura e contato da muda ou semente com o solo e também para uma perfeita agregação do adubo, e não mais que 25 a 30 % do solo é preparado. A extinção das plantas daninhas antes e após o plantio é garantida com o uso de herbicidas.

Ainda, segundo DERPSCH [1], o plantio direto foi introduzido no Brasil nos anos de 1971 e 1972 devido aos trabalhos experimentais realizados pela Missão Agrícola Alemã, junto ao extinto IPEAME em Londrina, Paraná. Com estas primeiras experiências em Londrina, e também em campos demonstrativos em Rolândia, o agricultor Herbert Bartz sentiu-se motivado a importar uma máquina especial dos Estados Unidos, tornando-se assim o primeiro agricultor a utilizar a técnica no Brasil. Desde então, a adoção do plantio direto começou a crescer entre os agricultores porém, alguns anos depois, por volta de 1977/78, o número de adotantes se estabilizou devido a falta de conhecimento tecnológico, principalmente a falta de máquinas adequadas e a dificuldade em controlar as ervas daninhas. Contudo, a partir de 1979, com a geração de tecnologia em termos de herbicidas para o controle das ervas daninhas e máquinas adequadas, deu-se início novamente ao crescimento do número de adotantes do plantio direto.

Cabe ressaltar que a tecnologia desenvolvida em termos de máquinas passou a abranger, em sua maioria, aos grandes produtores e que, atualmente, o número de pequenos e médios agricultores adotantes vem crescendo bastante, porém, ainda existe no mercado uma carência de máquinas apropriadas que atendam as necessidades destes agricultores.

As principais vantagens do plantio direto são resumidas a seguir:

1. o controle da erosão é a principal vantagem e também o fator que mais influencia o agricultor na adoção da técnica. Isto se dá porque a cobertura vegetal protege o solo contra o impacto direto das gotas de chuva, reduzindo o escoamento superficial da água e aumentando a taxa de infiltração desta no solo. Segundo CORRÊA E CRUZ [2], tem sido demonstrado por pesquisas e pela prática, que o sistema de plantio direto reduz a erosão em níveis aceitáveis, principalmente em solos desestruturados. Além disso, com o controle da erosão tem-se uma conseqüente diminuição da poluição dos mananciais de água;

2. aumento da umidade no solo pois, como dito anteriormente, a palha retém a água e também reduz a perda da mesma por evaporação;

3. melhoria da estrutura e fertilidade do solo, tendo-se como conseqüência uma melhor absorção de nutrientes pelas plantas;

Desta forma, pode-se dizer que os benefícios para o solo são basicamente os supracitados e repercutem para o produtor através de :

1. aumento da produtividade;
2. redução nos gastos com combustível e mão-de-obra;
3. redução no tempo de preparo do solo e plantio das culturas;
4. diminuição de perdas na colheita;

Entretanto, os pequenos agricultores têm enfrentado problemas que por muitas vezes têm impedido a implantação desta técnica. Fora as dificuldades inerentes as condições do terreno agrícola, como por exemplo uma perfeita adequação deste em termos de nivelamento, fertilidade, adensamento, resíduos vegetais e controle de ervas daninhas, o que tem afetado a maioria dos pequenos produtores é a falta de máquinas e implementos que sejam projetados especificamente para o plantio direto. Em vista de tal situação, têm sido feitos esforços pelos próprios pequenos agricultores em adaptar máquinas e implementos para o cultivo das culturas, fato este que tem provocado quedas de produtividade devido ao baixo rendimento operacional desses equipamentos.

Desta forma, torna-se imperativo o desenvolvimento de máquinas que supram esta carência dos agricultores, promovendo assim condições dignas de trabalho no meio rural e que também se constituam como um agente de aumento da produção agrícola nacional.

1.3 - A cebola no contexto do Estado de Santa Catarina

De acordo com dados da EMPASC [3], a cebola é considerada a terceira hortaliça de maior importância econômica para o Brasil e, atualmente, Santa Catarina alterna com São Paulo a liderança nacional no cultivo dessa hortaliça. A cebolicultura destaca-se como a principal ocupação hortícola do Estado de Santa Catarina seja em termos de área de plantio, seja em volume obtido ou em valor bruto de produção. Suas lavouras concentram-se principalmente nas microregiões Colonial do Alto Vale do Itajaí e Colonial Serrana Catarinense que respondem por 85% da produção estadual. Nestas áreas, como no restante do Estado, a cebolicultura é uma atividade realizada por pequenos produtores onde aproximadamente 24% das propriedades têm menos de 10 ha e 72,6% têm área entre 10 a 100 ha.

O plantio da cebola é efetuado manualmente pelo agricultor e trata-se de uma árdua atividade que consome muito tempo de mão-de-obra e provoca um desgaste físico acentuado do trabalhador. É normalmente executado pela própria família do agricultor e nos períodos de maior concentração de trabalho são contratados serviços de terceiros, o que acarreta em despesas extras, comprometendo a renda dos agricultores.

1.3.1 - O plantio direto e o cultivo da cebola

O preparo do solo para o transplante das mudas de cebola pode ser feito pelo modo convencional ou pelo uso do plantio direto.

No preparo convencional, em torno de quinze dias antes do transplante realiza-se uma lavração em nível, com profundidade de 17 a 20 cm, seguida de gradagem. Todavia, o sistema convencional apresenta o inconveniente de desagregar muito o terreno, provocando um aumento da erosão hídrica e uma

conseqüente diminuição na absorção de nutrientes pelas plantas, fato que acarreta quedas de produtividade. Outra desvantagem do preparo convencional é o grande consumo de combustível pelas máquinas, decorrente do grande volume de solo mobilizado e pelo maior número de operações agrícolas. Deste modo, a tendência atual segundo observações dos pesquisadores e produtores é a diminuição na adoção de técnicas convencionais nas pequenas e médias propriedades.

A preparação do solo utilizando o plantio direto para a cebola é uma prática recente, e consiste em abrir e adubar sulcos onde a muda será transplantada, ficando o restante da área coberta por palha.

Segundo dados dos pesquisadores do setor, o número de pequenos agricultores que têm adotado o plantio direto na cultura da cebola tem crescido rapidamente, porém estes agricultores têm tido problemas na adaptação de máquinas para o preparo dos sulcos. Estas máquinas muitas vezes não satisfazem os requisitos agrônômicos para o plantio, como por exemplo uma largura e profundidade adequadas de sulcos e também uma boa incorporação do adubo à terra revolvida nas linhas de plantio.

1.3.2 - Desenvolvimento de protótipos para transplante de mudas de cebola

Visando melhorar as condições de trabalho dos agricultores e aumentar a mecanização no cultivo da cebola, foram desenvolvidos no Laboratório de Projeto do Departamento de Engenharia Mecânica o projeto e construção de dois protótipos para transplante de mudas de cebola.

O primeiro protótipo foi tema de dissertação de SANTOS [4], sendo projetado para acoplamento a microtratores e realização das operações de abertura e adubação de sulcos e transplante das mudas de cebola. Porém, foram constatados alguns problemas com este protótipo, sendo os principais : dificuldade de manobras de fim de curso, devido ao tamanho da carreta e à forma de engate no microtrator, e um desempenho insatisfatório em terrenos declivosos.

O segundo protótipo, tema de dissertação de PRETEL [5], foi desenvolvido para solucionar os problemas acima citados e, também, constituir-se em uma máquina mais compacta que permitisse o plantio simultâneo de um maior número de linhas e com maior velocidade de alimentação das mudas no sistema. Este novo implemento foi desenvolvido para acoplamento a tratores de média potência, realizando apenas a operação de transplante das mudas de cebola, sendo o preparo do solo para o transplante feito previamente pelo agricultor com auxílio de um outro implemento. Segundo o autor, a máquina apresentou bons resultados nos princípios utilizados para o transplante das mudas.

É interessante observar que, embora o segundo protótipo tenha sido projetado para acoplar-se a tratores de médio porte e possuir vários módulos de plantio, atualmente, com a crescente adoção do plantio direto por pequenos cebolicultores, este protótipo poderia ser usado em microtratores dotados de super reduções (velocidade em torno de 270 m/h) e com um ou dois módulos para transplante de mudas. Este conjunto teria certamente um bom funcionamento e contribuiria como sendo mais um sistema mecanizado voltado aos pequenos agricultores que trabalham com o plantio direto.

1.4 - Desenvolvimento de um microtrator articulado

O mercado nacional oferece muito pouco em termos de microtratores com super reduções. Os modelos encontrados muitas vezes são miniaturas de tratores de grande porte, os quais se caracterizam por possuírem altos preços de aquisição e manutenção. O microtrator mais comumente usado pelos pequenos agricultores em Santa Catarina é o trator de rabiça. Esta máquina apresenta muitos inconvenientes principalmente em termos de manobrabilidade, manutenção e escalonamento de marchas.

Baseado nesta necessidade foi projetado no LP/UFSC, como tema de dissertação de mestrado de VALDIERO [6] e RESENDE [7], um microtrator articulado de quatro rodas como uma solução mecanizada para substituir a tração

animal nas propriedades dos pequenos agricultores. O objetivo deste projeto foi fornecer aos produtores uma máquina que se adequasse as tarefas exigidas no cultivo das mais variadas culturas. De acordo com os testes efetuados nesta máquina e segundo observações dos autores, o microtrator articulado obteve um desempenho satisfatório. Contudo, algumas sugestões de possíveis pontos de reprojeto foram assinalados por VALDIERO [6], os quais constituem-se principalmente em:

1. aumento do vão livre vertical;
2. aumento da bitola (distância entre rodas num mesmo eixo);
3. estudo de adaptação de outros tipos de rodado;
4. construção de uma caixa de redução opcional;

É interessante ressaltar que um dos pontos de maior urgência trata-se da construção da caixa de redução opcional, em virtude do objetivo a ser alcançado pelo presente trabalho, como será observado a seguir na análise do problema proposto.

Um fato importante é que durante o estudo do interesse dos fabricantes e do mercado por tratores deste porte, foi constatado que existe um grande vazio em termos de implementos agrícolas para microtratores e para os produtores que utilizam a técnica do plantio direto.

Desta forma, atualmente, o LP-UFSC busca tornar o conjunto trator/implemento um sistema bastante abrangente para o produtor, suprimindo assim esta lacuna no mercado. A meta é desenvolver implementos para as mais variadas culturas. Alguns implementos já foram desenvolvidos, como por exemplo o protótipo para transplante de mudas de cebola e uma semeadora por covas a ser utilizada no plantio direto.

Foi observado que, um implemento para acoplamento a microtratores e importante para o preparo do solo no plantio direto ainda se encontra em carência no mercado. Como citado no item 1.3.1, trata-se de um implemento para abertura e adubação de sulcos para ser usado tanto no cultivo da cebola quanto no cultivo de outras hortaliças.

1.5 - O problema proposto

Como detalhado anteriormente, são muitos os fatores motivantes para o desenvolvimento deste trabalho, e a sua contribuição para os pequenos produtores será a mais direta e efetiva possível, principalmente porque a idéia básica é utilizar este novo implemento e o segundo protótipo para o transplante de mudas de cebola conjuntamente acoplados ao microtrator articulado já desenvolvido, realizando simultaneamente as operações de preparo do solo e transplante das mudas. O implemento de abertura e adubação de sulcos será acoplado na parte dianteira do microtrator, e a transplantadora, por sua vez, será acoplada na parte traseira, no módulo de implementos.

Além disso, o sulcador adubador terá sua aplicabilidade tanto para a preparação de sulcos para transplante de mudas de cebola como também para as mais variadas hortaliças, pois é fato claro que o plantio direto veio para ficar e que muitas hortaliças que ainda são cultivadas pelas técnicas tradicionais de plantio logo passarão a ser exploradas pelas técnicas de auto-conservação do solo, principalmente o plantio direto.

Cabe ressaltar que, com os implementos já desenvolvidos e agora com a proposta deste novo projeto, a versatilidade do microtrator articulado em termos de implementos será capaz de solucionar muitos problemas dos pequenos produtores.

O problema proposto envolve o desenvolvimento de um implemento cuja função total é preparar e adubar sulcos, como ilustrado na figura 1.1 .

Como entrada do sistema tem-se um terreno totalmente coberto por uma vegetação para adubação verde, como por exemplo ervilhaca, milheto, aveia ou restos de outras culturas, etc.

Na saída do sistema ter-se-á um solo com sulco adubado e preparado com dimensões adequadas para a cultura a ser cultivada, ou seja, com largura e profundidade recomendadas e o adubo juntamente com a palha cortada uniformemente incorporados ao solo dentro do sulco.

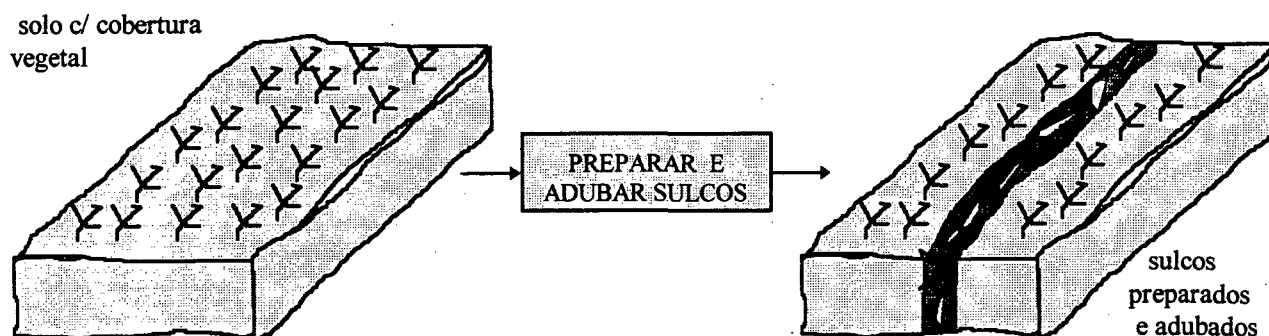


Figura 1.1 - Função total: preparar e adubar sulcos.

Inicialmente, a proposta é que o implemento seja constituído de dois sistemas principais que satisfaçam a implementação da função total:

1. O sistema de preparo de sulcos, responsável pela abertura de sulcos e corte de palha;
2. O sistema de adubação, constituído de um reservatório de adubo e um elemento de direcionamento e dosagem de adubo.;

Além do implemento para abertura e adubação de sulcos, visa-se o desenvolvimento e construção da caixa de redução opcional (CX2). Este redutor será capaz de atingir as velocidades exigidas para o transplante das mudas de cebola, geralmente em torno de 270 m/h .

Com o objetivo de se estudar mais criteriosamente os sistemas de abertura de sulcos e dosagem de adubo foi desenvolvido um levantamento do estado da arte para estes sistemas, apresentado no capítulo II.

No capítulo III, desenvolve-se a especificação de projeto do produto, abrangendo os requisitos agrônômicos, mecânicos e econômicos. Neste capítulo faz-se uso do QFD - Quality Function Deployment - com o intuito de definir as necessidades intrínsecas do consumidor sobre o implemento, convertendo então, estas necessidades em requisitos de projeto. Deste modo, a tarefa de projeto com todos os seus requisitos é estabelecida eficazmente.

Nos capítulos restantes segue-se o processo normal de desenvolvimento do projeto, ou seja, projeto conceitual (capítulo IV) , projeto preliminar (capítulo V), projeto detalhado (capítulo VI), testes com o protótipo, modificações e recomendações (capítulo VII) e conclusões (capítulo VIII). Cada uma dessas fases será avaliada visando a obtenção de soluções práticas e efetivas.

CAPÍTULO II

ESTADO DA ARTE

Sistemas de abertura de sulcos e dosagem de adubo

2.1 - Introdução

Neste capítulo, é apresentada uma identificação e análise de sistemas para a abertura de sulcos e dosagem de adubo.

Cabe ressaltar que a maioria dos sistemas analisados para abertura de sulcos são direcionados para uso em técnicas convencionais de preparo do solo, isto porque, ainda existe muito pouco em termos de tais sistemas para plantio direto.

Primeiramente, é feita uma análise sobre sistemas de abertura de sulcos utilizados no plantio convencional e sua possível aplicação ao plantio direto. Em seguida, aborda-se os sistemas em uso no plantio direto. Na segunda parte do capítulo, descreve-se os sistemas de dosagem de adubo, e por fim, apresenta-se um comentário inicial de quais sistemas sulcadores e de dosagem de adubo mais se apropriam ao problema em estudo, juntamente com suas respectivas justificativas.

2.2- Sistemas para preparo de sulcos no plantio convencional

2.2.1 - Sulcadores de enxada

Os sulcadores de enxada, como o próprio nome diz, utilizam uma ferramenta similar a uma enxada para abertura de sulcos. São implementos utilizados há muito tempo pelos agricultores no preparo convencional do solo.

Segundo descrição de BALASTREIRE [8] e ilustrado na figura 2.1, estes sistemas são constituídos basicamente por uma barra porta-ferramenta (1), onde uma ou mais unidades são fixadas, uma haste vertical (2) e o sulcador propriamente dito (3), sendo que este pode assumir diferentes formas, dependendo do tipo de cultura em questão.

São usados preferencialmente em solos bem desenvolvidos do ponto de vista da mecanização, ou seja, solos isentos de pedras e restos de culturas. Em projetos antigos os sulcadores de enxada eram montados em hastes fixas, o que muitas vezes causava a quebra ou empenamento destas hastes. Este problema foi solucionado utilizando-se hastes móveis protegidas por molas de segurança (4), as quais ao sofrerem impacto se deslocam para trás e voltam a posição de trabalho assim que ultrapassam o obstáculo.

No que se refere a operação e regulação, os sulcadores trabalham geralmente com uma profundidade de sulcos em torno de 20 cm, sendo esta, regulada pela braçadeira (5) que fixa a haste à barra porta-ferramenta. A largura do sulco é determinada pelo tamanho da enxada, selecionando-se a mais adequada para a cultura em questão. As molas de proteção (4) podem ser reguladas dependendo do tipo de terreno de trabalho, aumentando ou diminuindo a tensão nas mesmas.

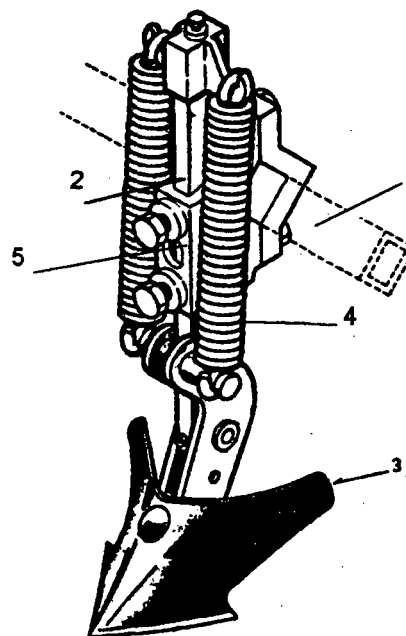


Figura 2.1 - Sulcador de enxada: 1 - barra porta ferramenta, 2 - haste, 3 - sulcador, 4 - mola de segurança, 5 - braçadeira - [8].

APLICABILIDADE AO PLANTIO DIRETO :

Em sistemas de cultivo convencional o uso de sulcadores de enxada é bastante difundido e eficaz. Já para o plantio direto, apresenta o grave problema de embuchamento de palha pois, a cobertura vegetal que é arrancada do solo se concentra sobre o sulcador resultando em sulcos inadequados para a semeadura e para o transplante de mudas.

2.2.2 - Sulcadores de facão

Estes sulcadores são de construção simples e com princípio de funcionamento bastante similar aos sulcadores de enxada, tendo seu uso também bastante difundido para a abertura de sulcos em solos com poucos restos culturais, pedras e outros restos vegetais. Basicamente, são constituídos de uma carenagem de chapa de metal (1) que serve para abrir o sulco, e uma parte posterior mais larga (2) onde se encontra o tubo condutor de adubo, conforme mostrado na figura 2.2.

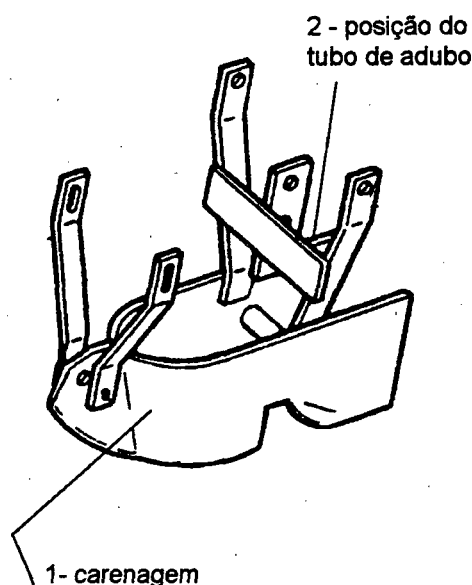


Figura 2.2 - Sulcador de facão: 1- carenagem, 2 - posição do tubo de adubo - [8].

APLICABILIDADE AO PLANTIO DIRETO :

Apresenta também os mesmos problemas dos sulcadores de enxada, ou seja, embuchamento de palha na parte anterior do sulcador.

2.2.3 - Botas sulcadoras

São sulcadores muito utilizados em semeadeiras e geralmente feitos em ferro fundido nodular, onde na extremidade se instala uma ferramenta sulcadora (1), geralmente de aço. As botas são montadas em uma chapa suporte perfurada (2) que por sua vez é acoplada sobre o braço suporte (3), o qual serve de fixação para a mola (4) utilizada para controlar a profundidade dos sulcos preparados. Apresenta uma bota sulcadora (5) para o direcionamento do adubo (na parte dianteira) e uma outra (6) para as sementes (na parte traseira). O conjunto é mostrado na figura 2.3.

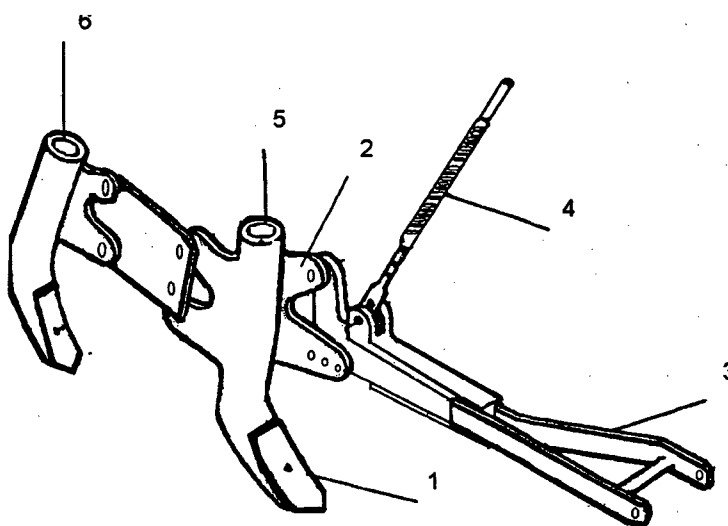


Figura 2.3 - Bota sulcadora: 1 - ferramenta sulcadora, 2 - chapa perfurada, 3 - braço de suporte, 4 - mola, 5 - bota para adubo, 6 - bota para sementes - [8].

APLICABILIDADE AO PLANTIO DIRETO:

As botas sulcadoras, assim como os sulcadores já citados, apresentam como desvantagem o embuchamento de palha na ferramenta sulcadora e nos tubos de direcionamento de adubo e sementes.

2.2.4 - Sulcadores de disco simples

Como mostrado na figura 2.4, este tipo de sulcador é constituído por um único disco sulcador curvo (1), apoiado em um mancal (2) fixado num braço de suporte (3), rolando sobre o solo abrindo um sulco. São sulcadores de melhor adaptação a trabalhos em solos com difíceis condições, tais como áreas com restos vegetais. Apresentam a vantagem de abrir com facilidade os sulcos, cortando bem os restos vegetais que se encontram sobre o solo.

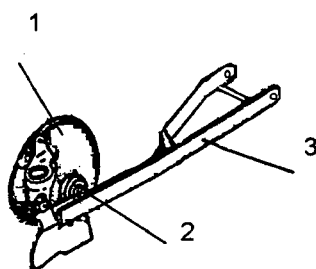


Figura 2.4 - Sulcador de disco simples: 1 - disco, 2- mancal, 3- braço de suporte - [8].

APLICABILIDADE AO PLANTIO DIRETO :

O uso de sulcadores de disco simples no plantio direto é viável, contudo, apresenta o inconveniente de ao abrir o sulco, deslocar a terra sempre para um só lado, não incorporando bem o adubo no sulco.

2.2.5 - Sulcadores de discos duplos

Como mostrado na figura 2.5, estes sulcadores apresentam uma constituição bastante similar aos de disco simples. Diferem por possuírem dois discos planos (1) fixados a um braço de suporte (2) para abertura de um sulco em forma de "V". Possuem também, uma mola de segurança (3) para a regulação de profundidade de trabalho e, sobre os discos tem-se as entradas para adubo (4) e sementes (5).

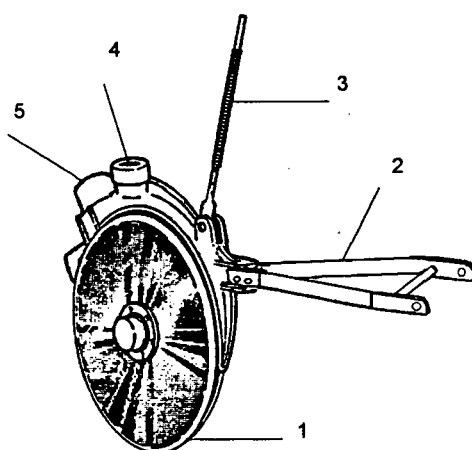


Figura 2.5 - Sulcador de discos duplos: 1- discos, 2 - braço de suporte, 3 - mola de segurança, 4 - entrada p/ adubo, 5 - entrada p/ sementes - [8].

APLICABILIDADE AO PLANTIO DIRETO :

Estes sulcadores apresentam a vantagem de deslocar o solo para ambos os lados do sulco, o que permite sua aplicação ao plantio direto porém, para um corte eficaz da cobertura vegetal e revolvimento do solo para uma boa incorporação do adubo dentro do sulco, apenas os discos podem não ser suficientes. Neste caso, um outro sistema complementar seria necessário para auxiliar na incorporação do adubo. Contudo, tal possibilidade deve ser estudada com critério, no caso do presente trabalho.

2.3 - Sistemas para preparo de sulcos no plantio direto

A oferta de máquinas e implementos para grandes agricultores que utilizam o plantio direto já é bastante grande. Em contrapartida, os pequenos agricultores ainda estão muito desprovidos de equipamentos adequados e, por isto, como se verá neste item, a diversidade de sistemas para abertura de sulcos é bem pequena.

Segundo MANTOVANI [9], existem basicamente três tipos de máquinas de plantio direto, são elas:

1. máquinas que funcionam utilizando o princípio de discos;
2. máquinas que trabalham com facas;
3. máquinas com enxadas rotativas.

2.3.1 - Máquinas com discos de corte

Os implementos que utilizam discos no plantio direto são oferecidos comercialmente no mercado nacional. Tais máquinas utilizam o princípio de arrasto no solo, tendo sua penetração no solo efetivada pela transferência de peso pelo equipamento aos discos de corte individualmente.

De acordo com DELLAGIUSTINA [10], os discos mais tradicionalmente usados para o corte da cobertura vegetal no plantio direto disponíveis no mercado são :

1. discos lisos;
2. discos corrugados;
3. discos ondulados;
4. discos recortados.

Esses discos são utilizados, geralmente, apenas para o corte da cobertura vegetal, os quais aliados a um sistema sulcador auxiliar, completam a operação de abertura dos sulcos. Geralmente são usados, como sulcadores, conjuntos de discos duplos montados em "V" na parte posterior aos discos de corte. Estes discos em "V" entram fechados no solo, e à medida que giram, abrem o sulco liberando o adubo. Estes conjuntos caracterizam-se por apresentarem alto rendimento e requerem uma

potência relativamente baixa, porém apresentam certas limitações quando usados em solos compactados, pegajosos ou com excesso de resíduos vegetais.

O disco liso plano, conforme figura 2.6, caracteriza-se por mobilizar o menor volume de solo e também por consumir a menor quantidade de energia. Contudo, pode apresentar o inconveniente de favorecer a aglomeração de argila ou barro nas suas bordas, sendo esta eliminada usando-se sistemas de raspagem. Outro problema que os discos lisos apresentam, é o acúmulo de palha à sua frente, tendo consequentemente um corte da cobertura vegetal não adequado.

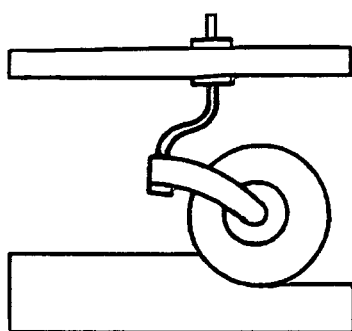


Figura 2.6 - Disco liso plano - [10].

O disco corrugado, figura 2.7, por sua vez, mobiliza um maior volume de solo e apresenta um maior consumo de energia que o disco liso plano, porém, tem a vantagem de não favorecer a aglomeração de terra ou barro nas bordas de corte, promovendo assim um corte efetivo da cobertura vegetal.

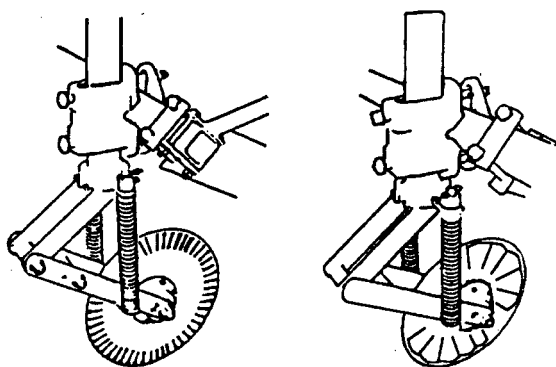


Figura 2.7 - Disco corrugado - [10].

O disco ondulado, figura 2.8, é o tipo que mobiliza o maior volume de solo, apresentando também, o maior consumo de energia.

x 3.4

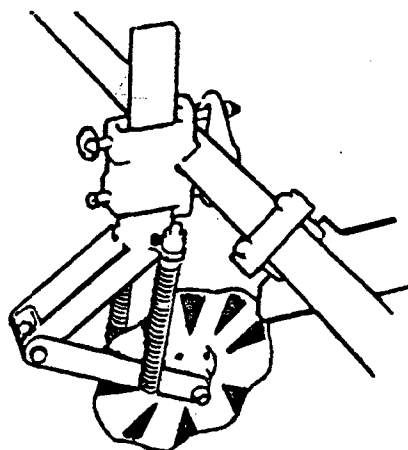


Figura 2.8 - Disco ondulado - [10].

O disco recortado, figura 2.9, caracteriza-se por apresentar o mesmo nível de mobilização do solo que o disco liso, sendo porém, indicado para terrenos em condições difíceis, por promover um corte mais eficaz da palha.

x 3.5

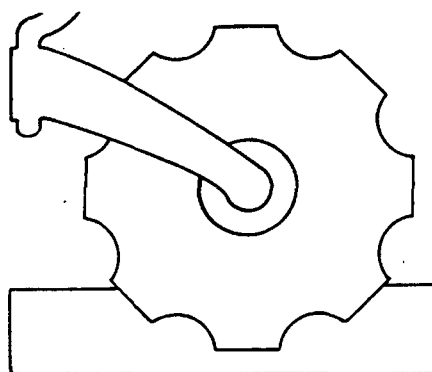


Figura 2.9 - Disco recortado - [10].

2.3.2 - Máquinas com facas

Segundo WILES & YAMAOKA [11], os implementos que utilizam facas são os sistemas mais simples e baratos que existem, conforme mostrado na figura 2.10. Possuem as facas (1) montadas nas máquinas de modo a apresentar uma inclinação que permita uma penetração no solo a uma profundidade adequada de trabalho. O tubo de adubo (2) é posicionado na frente do sistema.

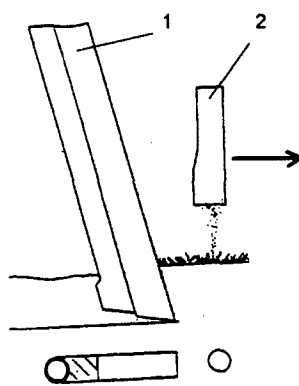


Figura 2.10 - Sistema de faca simples: 1 - Faca, 2 - ent. p/ adubo - [10].

Durante estudos realizados por pesquisadores foram verificadas as seguintes dificuldades no uso de tais máquinas:

1. durante operação apresentam uma movimentação excessiva do solo e um consumo desnecessário de energia;
2. em solos secos mostram uma maior formação de torrões, característica prejudicial para o cultivo da cebola, pois a mesma requer um solo bem desagregado;
3. um problema grave também verificado é o embuchamento de palha em terrenos com cobertura vegetal intensa.

Ainda, de acordo com WILES & YAMAOKA [11], estes problemas podem ser solucionados através de modificações, tais como:

1. alteração do ângulo de penetração, da espessura da faca e o uso de um disco de corte auxiliar, para diminuir a movimentação excessiva;

2. utilizando-se de discos de corte ou outros sistemas complementares para o corte da palha, pode-se resolver os problemas de embuchamento e acúmulo de cobertura vegetal.

2.3.3 - Máquinas com enxadas rotativas

A utilização de máquinas rotativas na agricultura surgiu após o aparecimento da tração mecânica no campo. Segundo BERNACKI *et alli* [12], o primeiro trabalho publicado referindo-se ao uso de enxadas rotativas foi desenvolvido por Haskins por volta de 1850, na Inglaterra.

Inicialmente, a aplicação das enxadas rotativas estava vinculada exclusivamente ao preparo convencional do solo, nas operações de aração e gradagem. Atualmente, vem tendo uma larga utilização em áreas que trabalham com olericultura e cultivo de hortaliças.

O princípio de funcionamento das enxadas rotativas é simples. Estas funcionam como uma enxada manual de ação contínua, onde as enxadas (1) são fixadas, usualmente, num eixo (2) transversal à direção de deslocamento do trator, o qual gira a alta velocidade cortando fatias do solo num movimento cicloidal, promovendo assim a formação de um sulco com a terra bem desagregada e com uma boa distribuição e incorporação do adubo, figura 2.11.

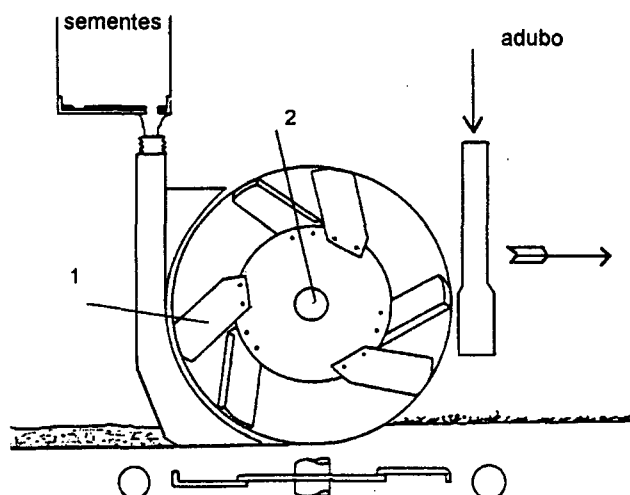


Figura 2.11 - Enxada rotativa: 1 - enxada, 2 - eixo de fixação - [10].

A constituição das facas pode assumir diferentes formas, sendo as mais comuns as em "L" ou universais e as enxadas em "C". As primeiras são para uso em solos limpos e secos, resultando num solo com agregados mais finos. As últimas, em "C", requerem menos potência que as em "L" e são mais adequadas para trabalhos em solos úmidos, caracterizando-se por promover uma boa autolimpeza e por deixar as ervas daninhas sobre a superfície.

No que se refere ao acionamento, de acordo com SILVEIRA [13], as enxadas rotativas podem ser subdivididas em :

1. enxadas rotativas de tomada de potência;
2. enxadas rotativas de arrasto;
3. enxadas rotativas hortícolas;

Para uso na horticultura e olericultura as enxadas rotativas são geralmente acopladas a tratores de rabiça, motocultores ou cultivadores motorizados, com motores de potência em torno de 7 a 14 CV. Acoplada a tais tratores, o trabalho das enxadas rotativas apresenta um bom resultado no preparo do sulco, principalmente, em terrenos de baixada [13].

A regulagem da profundidade de corte, que pode chegar a 15 cm, é feita geralmente por uma roda ou patim e o tamanho dos torrões é controlado por uma placa de impacto situada logo acima das enxadas.

Geralmente, as enxadas hortícolas são de tipo leve, com peso variando de 160 a 200 kg por metro de largura, velocidade periférica de 3,5 a 5 m/s e rotor de pequeno diâmetro, de acordo com SILVEIRA [13].

2.4 - Sistemas dosadores de adubo

São muitos os tipos de dosadores de adubo já desenvolvidos. Segundo DELLAGIUSTINA [10], a eficiência de um sistema dosador de adubo é medida basicamente pelos seguintes fatores:

1. uniformidade de distribuição do adubo nos sulcos;
2. facilidade e precisão nas regulagens;

3. ausência de vazamentos e;
4. ausência de entupimentos.

Os sistemas dosadores encontrados no mercado podem ser resumidos como sendo:

2.4.1 - Dosadores helicoidais

De acordo com descrição de BALASTREIRE [8], este tipo de dosador é constituído de um parafuso helicoidal (1) posicionado no fundo do depósito de adubo, tendo o controle da vazão de adubo regulada por um sistema de transmissão por meio de engrenagens (2), como mostrado na figura 2.12.

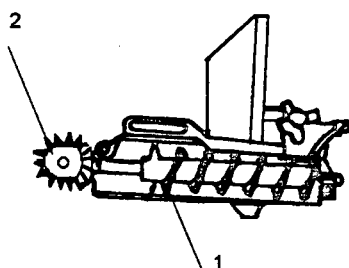


Figura 2.12 - Dosador helicoidal: 1 - parafuso helicoidal, 2 - engrenagem - [8].

2.4.2 - Dosadores tipo rotor dentado

Segundo BALASTREIRE [8], esses dosadores são montados no fundo do reservatório de adubo e constituem-se basicamente de um rotor dentado horizontal (1), o qual gira sobre uma placa de apoio que contém o orifício de saída do adubo. A rotação do rotor é feita a partir de um eixo (2) que recebe potência das rodas de sustentação da máquina e, então, transmite essa rotação ao rotor dentado. A vazão de adubo é controlada por meio de uma lingueta ajustável (3), a qual controla a espessura da camada de adubo que é empurrada pelos dentes do rotor dosador, como ilustrado na figura 2.13.

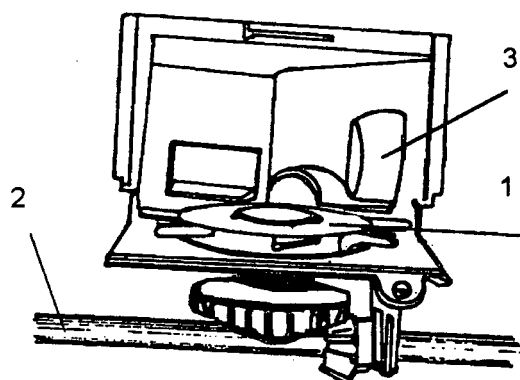


Figura 2.13 - Dosador de rotor dentado: 1 - rotor dentado, 2 - eixo, 3 - lingueta ajustável - [8].

2.4.3 - Dosadores de correias ou correntes

Nestes dosadores a quantidade de adubo que é depositada no sulco é controlada por meio de uma correia ou corrente (1) que trabalha posicionada no fundo do reservatório de adubo (2), dentro do qual tem-se um agitador (3) para facilitar o escoamento do adubo, como mostrado na figura 2.14.

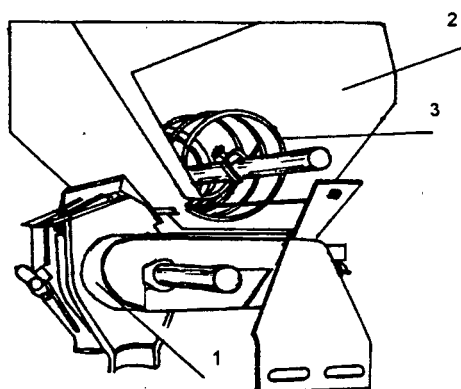


Figura 2.14 - Dosador de correia - 1- correia, 2 - depósito, 3 - agitador - [8].

2.4.4 - Dosadores do tipo rotor canelado

Esses dosadores são constituídos por um eixo quadrado único (1) que funciona como sistema acionador, um rotor de cilindro canelado (2) acionado pelo eixo quadrado, uma caixa de ferro fundido ou plástico (3) e um regulador de vazão ajustável (4), como mostrado na figura 2.15 .

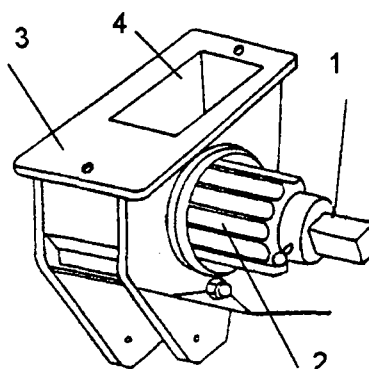


Figura 2.15 - Dosador tipo rotor canelado - 1- eixo quadrado, 2 - rotor de cilindro canelado, 3 - caixa, 4 - posição do regulador de vazão - [8].

2.4 5 - Outros tipos de dosadores

Na figura 2.16, estão ilustrados mais alguns dosadores de adubo disponíveis no mercado , são eles :

- a. tipo janela com agitador;
- b. tipo prato rotativo com agitador paralelo ao prato;
- c. tipo roseta rotativa
- d. tipo prato rotativo com agitador tipo haste.

Apresentam princípio de funcionamento bastante similar, o qual consiste basicamente de um dispositivo agitador de adubo e um outro dispositivo na forma de ligueta ajustável para o controle de vazão. Para maiores detalhes funcionais destes tipos de dosadores vide referência [10].

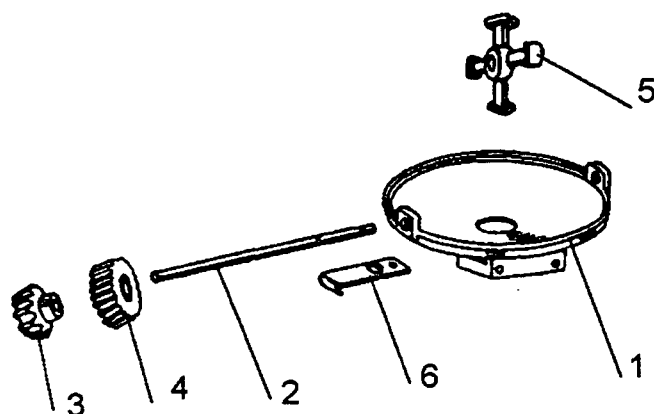


Figura 2.16-a - Dosador tipo janela com agitador: 1 - castelo do adubo, 2 - eixo do castelo do adubo, 3 - pinhão do castelo do adubo, 4 - engrenagem do castelo do adubo, 5 - cruzeta do castelo, 6 - registro do adubo - [10].

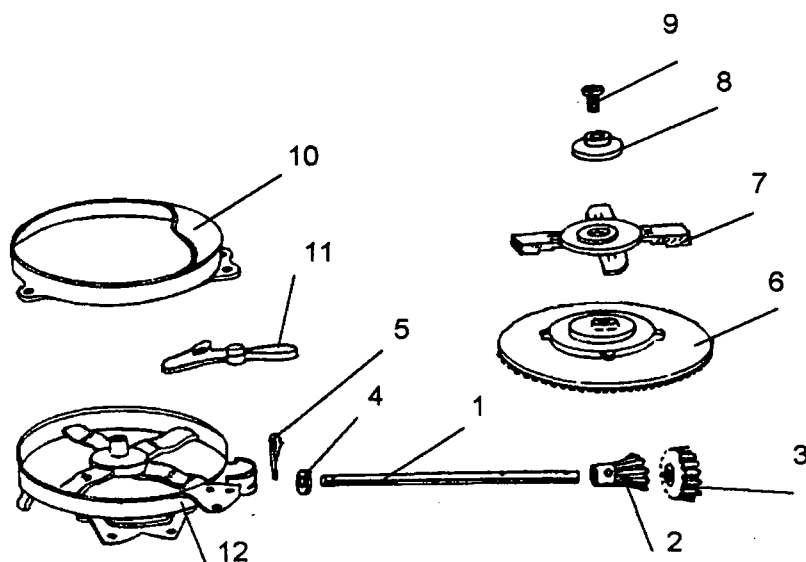


Figura 2.16-b - Dosador tipo prato rotativo com agitador paralelo ao prato: 1 -eixo do castelo, 2 - pinhão do castelo, 3 - engrenagem fixa, 4 - arruela, 5 - contrapino, 6 - prato do castelo, 7 - cruzeta do castelo, 8 - guarda graxa, 9 - parafuso do centro, 10 -arco do castelo, 11- regulador do adubo, 12 castelo - [10].

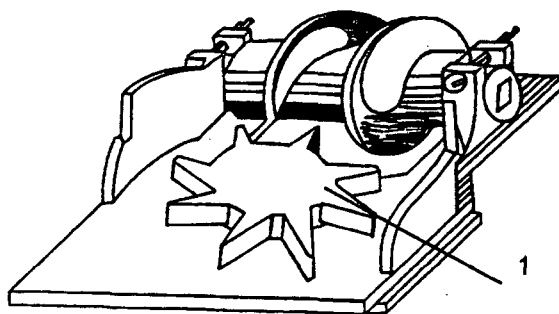


Figura 2.16 -c - Dosador tipo roseta rotativa: 1- roseta - [10].

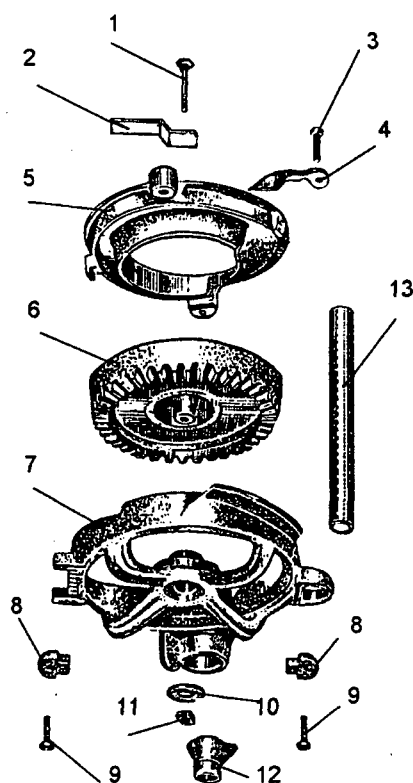


Figura 2.16-d - Dosador tipo prato rotativo com agitador tipo haste: 1- parafuso francês, 2 - mexedor de adubo, 3 - parafuso sextavado, 4 - tirador de adubo, 5 - regulador de saída de adubo, 6 - disco cremalheira, 7- corpo da adubadeira, 8 - presilha do regulador, 9- parafuso sextavado, 10 - arruela de encosto, 11- porca quadrada, 12 - funil de saída de adubo - [10].

2.5 - Conclusões

O levantamento do estado da arte para sistemas de abertura de sulcos e dosagem de adubo aqui apresentado, serviu como um meio para auxiliar na busca de possíveis soluções para o novo implemento de abertura e adubação de sulcos desenvolvido neste trabalho.

Observou-se com esta pesquisa que existe, ainda, muito a ser explorado em termos de tais sistemas para o plantio direto, principalmente para a abertura de sulcos, e que projetos nessa área tornam-se urgentes, a fim de melhorar as condições de mecanização agrícola.

Como primeiras observações, concluiu-se que em relação a sistemas de abertura de sulcos, os sulcadores que utilizam o sistema de enxadas rotativas podem apresentar-se como uma solução viável, visto que em Santa Catarina os pequenos cebolicultores têm adotado a adaptação de enxadas rotativas em tratores de rabiça e, obtido, em alguns casos, resultados satisfatórios nas operações de abertura e adubação de sulcos. Porém, de acordo com pesquisadores da EPAGRI, em Ituporanga- SC, a maior parte destas adaptações são feitas em oficinas de ferreiros ou outras pequenas oficinas, resultando em custos altos para os agricultores, além de resultar em implementos com certo grau de imprecisão nas operações de plantio. Desta forma, estudos devem ser elaborados para projetar um sistema de enxadas rotativas específico para microtratores e não apenas sistemas adaptados a estes, como tem sido observado.

Em relação a sistemas dosadores de adubo, como dito anteriormente no item correspondente, um bom sistema poderia ser o dosador do tipo rotor canelado. Este comentário se deve ao fato desses dosadores possuírem fácil regulagem e serem compostos de mecanismos bastante simples e baratos, e também, devido a experiência adquirida pelo LP-UFSC em sistemas dosadores deste tipo. Entretanto, para uma boa utilização em baixas rotações do rotor canelado, este dosador deve ser testado mais efetivamente e, talvez, passar por um reprojeto dimensional.

CAPÍTULO III

ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO DO PRODUTO

3.1 - Introdução

Dando seqüência ao processo de projeto do produto, esta etapa consiste na elaboração das especificações de projeto.

Inicialmente apresenta-se uma caracterização dos potenciais consumidores diretos do produto, no caso em questão, os pequenos agricultores catarinenses plantadores de cebola, aos quais se destina o implemento em desenvolvimento.

Em seguida, aborda-se os principais parâmetros agronômicos de abertura e adubação de sulcos para transplante das mudas de cebola. Por fim, com base nos itens acima citados, descreve-se as necessidades prioritárias dos consumidores relativas ao implemento, as quais em última instância encerram-se nas especificações de projeto. Utilizou-se para este fim o QFD (*Quality function Deployment*), que será descrito no decorrer do capítulo.

3.2 - Caracterização dos consumidores diretos

Em Santa Catarina, a estrutura fundiária das lavouras de cebola caracteriza-se pelo predomínio de pequenas propriedades, normalmente exploradas pela própria família do agricultor e absorvendo, segundo o Censo Agropecuário de 1980, mais de 21.000 famílias rurais, onde aproximadamente 85 % são proprietários e o restante trabalha em regime de parceria ou arrendamento. Dessas propriedades, cerca de 24% têm menos de 10 ha e aproximadamente 72,6% possuem área variando de 10 a 100 ha, estando localizadas principalmente nas microregiões do

variando de 10 a 100 ha, estando localizadas principalmente nas microregiões do Colonial do Alto Itajaí e Colonial Serrana Catarinense, as quais contribuem com 85% da produção estadual. A maior parte destes agricultores possui imóvel com área inferior a 25 ha e cultiva aproximadamente 2,5 ha de cebola, sendo esta a média estadual por família [3]. Além da cebola, a maioria dos agricultores também cultiva para sua subsistência o fumo, olerícolas diversas, feijão e milho, sendo estas duas últimas culturas plantadas em sucessão à safra, visando o aproveitamento da adubação residual da cultura da cebola.

A mão-de-obra utilizada constitui-se, como citado anteriormente, geralmente pela família do agricultor. Entretanto, nos períodos de maior concentração de trabalho são contratados serviços de terceiros para executar o plantio da cebola em tempo hábil pois, as mudas de cebola depois de retiradas da sementeira devem ser protegidas do sol e transplantadas o mais rápido possível, evitando que ocorra murchamento e um consequente desenvolvimento inadequado das mudas .

Assim, as características mais marcantes em relação a esta faixa de consumidores são, portanto, o restrito poder aquisitivo e a carência de recursos técnicos e financeiros. A argumentação para este comentário é o fato do Brasil possuir, atualmente, cerca de 4 milhões de propriedades rurais com área inferior ou igual a 10 ha e destas, somente 20% são mecanizadas, 32% utilizam a tração animal e a grande maioria restante explora o trabalho humano [10] .

3.3 - Parâmetros e características agronômicas

As restrições agronômicas de preparo de sulcos estão relacionadas ao tipo de cultura a ser cultivada e dependem basicamente das características do solo, da largura e profundidade dos sulcos e da incorporação do adubo nas linhas de plantio.

3.3.1 - Características do solo para transplante de mudas de cebola

Segundo trabalhos da EMPASC [3] e de PRETEL [5], as regiões catarinenses de maior destaque no cultivo da cebola caracterizam-se por pequenas propriedades

situadas geralmente em terrenos de topografia acidentada. A declividade nestas regiões gira em torno de 5 a 25 %, predominando terrenos do tipo suave-ondulado com solos, geralmente, areno-argilosos caracterizados por apresentarem poucos torrões e granulometria de média a fina.

Em relação as condições do solo no sistema de plantio direto, estes apresentam-se com a terra em maior grau de coesão quando comparados aos do plantio convencional e possuem ainda, uma grande quantidade de cobertura vegetal sem nenhuma incorporação junto ao mesmo.

3.3.2 - Características dos sulcos preparados

O solo contido nos sulcos abertos deve apresentar-se revolvido e bem desagregado, e juntamente com este deve haver uma boa mistura da palha cortada. A recomendação de pesquisadores do setor é de que pelo menos 50% do solo permaneça coberto e com uma quantidade de palha seca em torno de 5t/ha.

Para solos com textura argilosa (pesados) recomenda-se a abertura de sulcos de 8 a 10 cm de largura, permitindo desta forma um bom desenvolvimento dos bulbos. Em solos leves, a recomendação é de sulcos com largura entre 6 e 8 cm. Para a profundidade, a recomendação geral é um sulco com aproximadamente 10 cm.

3.3.3 - Características de adubação

No plantio direto a adubação mineral é executada por ocasião do transplante das mudas e deve ser feita de modo que o adubo seja bem incorporado ao solo dentro dos sulcos, evitando assim, a queima das mudas pelo contato direto com o adubo. Geralmente, o adubo mineral mais utilizado pelos agricultores catarinenses é do tipo N-P-K (5-20-10), e a recomendação é de até 600 Kg por hectare [4].

3.4 - Necessidades do consumidor

Neste capítulo, até o presente momento, foi apresentada uma caracterização dos potenciais consumidores e dos requisitos agronômicos esperados para os sulcos a serem preparados.

De posse dessas informações, desenvolve-se nesse item uma descrição da qualidade esperada para o produto, de acordo com as necessidades e desejos dos consumidores. É interessante colocar aqui que, em virtude da escassez de tempo para uma pesquisa de campo direta com os pequenos agricultores, estas necessidades foram elaboradas coletando informações junto a especialistas. Para tanto, com base em congressos e artigos de engenharia agrícola no Brasil, foi elaborado para este trabalho um estudo da problemática da mecanização agrícola em pequenas propriedades rurais.

As necessidades dos consumidores são descritas numa forma qualitativa, sendo posteriormente convertidas em requisitos de projeto com o auxílio da ferramenta QFD - *Quality function Deployment* - constituindo-se, desta forma, a especificação de projeto do produto.

- Necessidades funcionais, operacionais e de custos

A função principal do protótipo consiste na abertura e adubação de sulcos para o transplante de mudas de cebola no plantio direto. Estes sulcos devem ser abertos com largura e profundidade adequadas, em terrenos com uma cobertura vegetal e, assegurar uma mínima movimentação do solo juntamente com uma boa incorporação do adubo e da palha cortada dentro das linhas de plantio.

É interessante observar que a função principal foi especificada, principalmente, em relação ao uso qualitativo do produto e não em relação aos requisitos técnicos de projeto. Estes requisitos estarão em maior evidência na casa

da qualidade, onde as necessidades do consumidor serão transformadas em requisitos de engenharia.

As necessidades de desempenho funcional, aparência, custos, manutenção, transporte e montagem do equipamento, estão descritas logo abaixo:

1. o implemento deve ser durável e de baixo custo de aquisição;
2. deve possuir controles de fácil acesso e sem necessidade de força física acentuada do operador para suspender o equipamento durante manobras de fim de curso;
3. apresentar sistemas de proteção nas partes móveis ou em quaisquer outros componentes onde haja interface destes com o operador, com o objetivo de diminuir o risco de acidentes que causariam ferimentos ao operador;
4. mostrar uma boa aparência, ser robusto e com boas características ergonômicas;
5. deve trabalhar ampla faixa de densidade de palha sem provocar embuchamento, e seguir as pequenas ondulações comumente encontradas nas lavouras, sem que a profundidade dos sulcos seja afetada;
6. apresentar a possibilidade de uso em outras culturas;
7. a manutenção deve ser fácil, barata e sem a necessidade de mão-de-obra especializada. Isto se deve ao fato dos poucos recursos disponíveis e do nível de conhecimento tecnológico da maioria dos pequenos agricultores;
8. o implemento deve ser compacto e leve, facilitando assim o transporte e armazenamento;
9. deve apresentar um acoplamento rápido e fácil ao microtrator articulado;
10. ter baixo consumo de energia;
11. boa dosagem, distribuição e incorporação do adubo no solo.

3.5 - Desdobramento da Função Qualidade - QFD

Levantadas as necessidades do consumidor, estas serão agora transformadas em requisitos de projeto com o auxílio da ferramenta do

Desdobramento da Função Qualidade obtendo-se, por fim, as especificações de projeto do produto. Utilizou-se como referência básica HAUSER & CLAUSING [14].

Esta técnica, caracterizada pela sua forte contribuição ao processo de projeto, foi originada no Japão por volta de 1972 na empresa Mitsubshi Co., sendo seu conceito posteriormente modificado pela Toyota Co.. A partir de então, seu uso foi difundido nos mais variados ramos, desde indústrias automobilísticas até empresas de prestação de serviços.

Para facilitar a compreensão da casa da qualidade elaborada para este trabalho, faz-se agora uma descrição sucinta da construção de uma casa de qualidade.

O primeiro passo é a definição da tarefa de projeto. Para tanto faz-se uma *declaração de objetivo*, a qual mostra de forma clara e objetiva para onde a equipe de projeto deve direcionar seus esforços para sanar o problema em questão. No caso presente, a tarefa de projeto é o desenvolvimento de um implemento para abertura e adubação de sulcos para uso em plantio direto.

Em seguida, inicia-se uma coleta de informações, preferencialmente, frente ao próprio consumidor do produto. Estas informações dizem respeito sobre *o que o cliente quer* do produto a ser desenvolvido, ou melhor definido, quais as características que o produto deve apresentar para que seja bem aceito. É importante deixar à vista que esta coleta de necessidades diretamente com o cliente deve ser efetuada de forma clara e precisa, evitando que desejos desnecessários sejam relatados na lista de necessidades, os quais mais tarde se transformariam em especificações erradas de projeto. Este levantamento foi descrito no item 3.4.1.

Dando prosseguimento, o próximo passo é a transformação dessas necessidades em requisitos de projeto. A pergunta geralmente executada é a seguinte: *Como atender o que o cliente quer?* Desta forma, o que se consegue com esta arguição é uma transformação das necessidades do cliente, frequentemente ditas de forma abstrata, em requisitos mensuráveis de projeto.

Parte-se então para o próximo passo. Executa-se uma análise sobre como cada um dos requisitos de projeto (RP) relaciona-se com cada necessidade do consumidor (NC). O grau de relacionamento entre RP x NC é estabelecido fornecendo-se valores de qualificação. Este relacionamento vai de *fortemente*

relacionado até *sem relacionamento*, constituindo-se a *matriz de relação*, como se pode observar na casa da qualidade a seguir apresentada. Pode-se exemplificar como *fortemente relacionado*, a necessidade de durabilidade com o requisito de projeto custo de aquisição do implemento. Neste caso, a característica de durabilidade pode significar o uso de componentes com maior precisão de fabricação, materiais mais nobres, etc. Observa-se então que estas características apresentam forte relacionamento com o custo de aquisição, pois podem aumentá-lo para valores exorbitantes ou até mesmo diminuí-lo para valores bastante aceitáveis pelos produtores.

Um outro exemplo de um caso *fortemente relacionado* é a grande influência que o item peças simples e de fácil aquisição tem sobre o custo de aquisição do produto.

Este mesmo tipo de forte relacionamento, pode ser observado entre a característica leveza do implemento com o seu respectivo tempo de montagem ao microtrator, o qual pode ser mais rápido ou mais demorado, dependendo da facilidade em se acoplar o implemento durante as operações de montagem. E assim prossegue o preenchimento da matriz para todas as necessidades e requisitos de projeto.

Os requisitos de projeto (RP) também se relacionam entre si. Este é o próximo passo, e faz-se o mesmo procedimento executado na *matriz de relação*, só que agora, com a análise entre RP x RP, obtém-se a *matriz de correlação*, a qual está representada no telhado da casa de qualidade.

Pode-se citar como exemplo de preenchimento desta matriz a relação entre peças padronizadas e custo de aquisição. Neste caso observa-se que quanto maior o uso de peças padronizadas menor será o custo final do produto. Logo, trata-se de um relacionamento do tipo *fortemente positivo*.

Outro exemplo bem claro de um relacionamento *fortemente positivo*, é a ligação diretamente proporcional entre a potência consumida e o custo de aquisição. Aqui, nota-se que a diminuição do consumo de potência pelo implemento implica num custo menor de aquisição.

Para uma avaliação de quanto cada necessidade vale para o consumidor, os mesmos fornecem *pesos de importância* geralmente em porcentagem, sobre cada

um dos seus desejos. Estes *pesos de importância* são direcionados aos níveis de necessidades como por exemplo aparência, custos, desempenho funcional, etc. e, posteriormente, a cada um dos elementos constituintes desses níveis. Desta maneira, obtém-se quanto que cada uma das várias necessidades representa para o consumidor. Para este trabalho os *pesos de importância* não puderam ser coletados frente aos agricultores devido a escassez de tempo e, portanto, foram elaborados com base em experiências anteriores desenvolvidas no Laboratório de Projeto. Foram estabelecidos os seguintes percentuais: 60% para o item desempenho funcional, 38% para os custos e 2% para o item aparência. O maior valor percentual para o desempenho funcional, é devido a grande importância dada pelos produtores a um implemento que desempenhe bem as suas funções no campo, mesmo que tenha um custo de aquisição um pouco mais elevado. Logo, se justifica o valor de 38% para o item de custos e 2% para a aparência do implemento.

Por fim, parte-se para a *classificação por ordem de importância dos RP*. Esta classificação representa a ordem de prioridade dos requisitos de projeto e é obtida em seqüência ao cálculo do *valor de importância para cada um dos requisitos de projeto*, expresso pela fórmula:

$$\sum_{i=1}^n I_{ci} \cdot r_i$$

onde : r_i - grau de relacionamento entre NC X RP;

I_{ci} - valor da importância para o consumidor

Com tais procedimentos, chega-se à construção de uma casa da qualidade básica. Diz-se básica, pois muitos dados importantes ainda podem ser obtidos com esta ferramenta de assessoramento ao projeto. E o mais interessante é que o QFD pode ser usado em qualquer fase do projeto, podendo ter sua aplicação amplamente efetivada no desenvolvimento dos vários componentes de um sistema, na escolha dos melhores processos de fabricação e produção, até de apoio logístico do produto no mercado.

A seguir, na figura 3.1 é mostrada a casa da qualidade e, posteriormente, as especificações de projeto desenvolvidas para o implemento de abertura e adubação de sulcos no plantio direto.

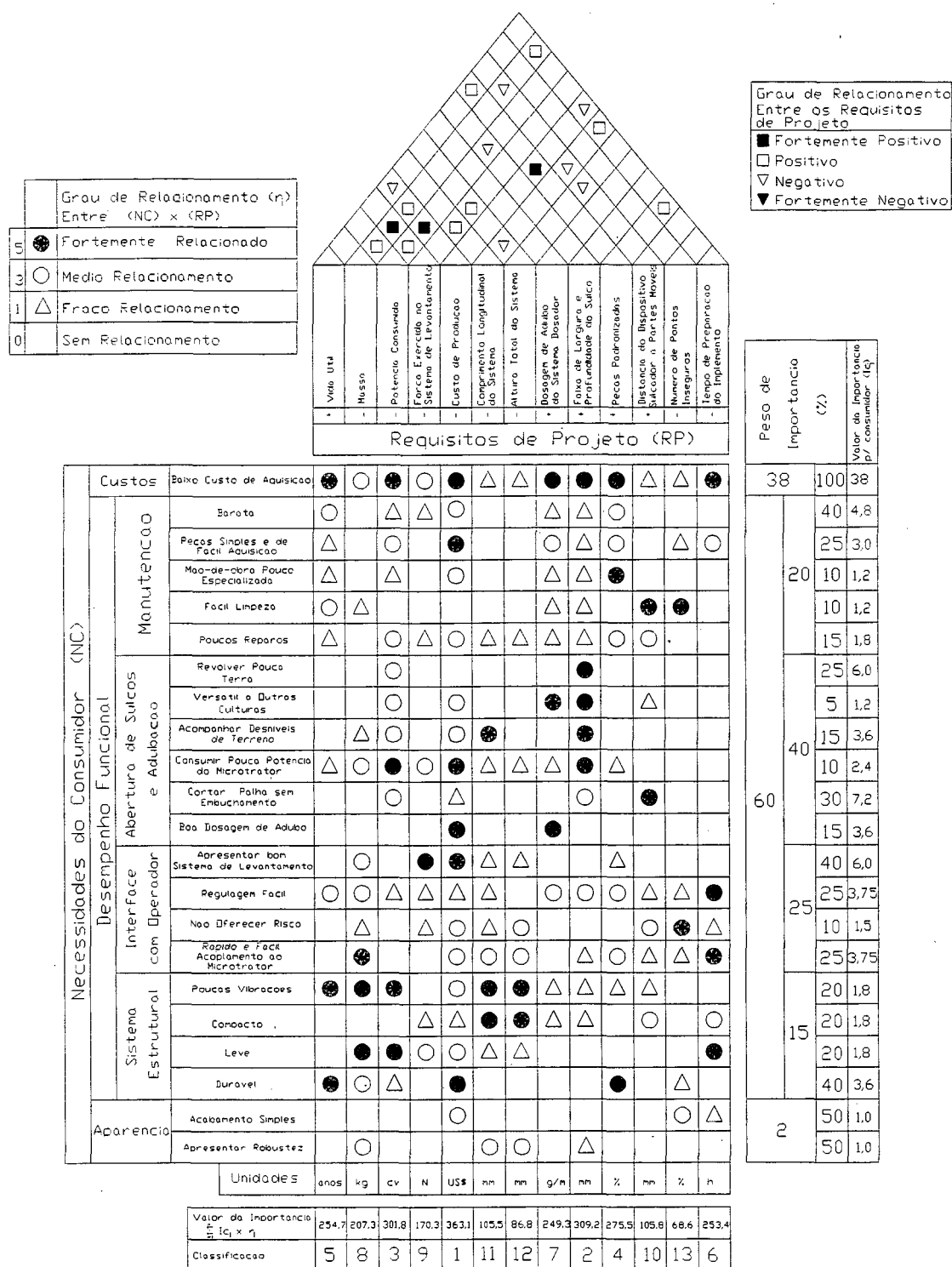


Figura 3.1 - Casa da Qualidade - Implemento para abertura e adubação de sulcos

LP UFSC	ESPECIFICAÇÃO DE PROJETO DE PRODUTO				
	Tarefa: Implemento de Abertura e Adução de Sulcos				
requisito	unidade de medição	objetivo	sensor	saídas indesejáveis	comentários
1. custo de produção	US\$	600	custas de projeto e fabricação	custo além do especificado	o limite de preço especificado é função do poder aquisitivo dos pequenos proprietários
2. faixa de largura e profundidade de trabalho do sistema sulcador	mm	largura: solo leve: 60 a 80mm solo pesado: 80 a 100mm profundidade: 70 a 100mm	medição <i>in loco</i> durante testes e checagem de dimensionamento do sistema sulcador	largura e profundidade dos sulcos extrapolando a faixa desejada	requer-se esta faixa de dimensões dos sulcos, em virtude das necessidades da própria cultura e das características de uso do plantio direto
3. potência consumida	cv	máximo: 3 cv	cálculos de projeto e testes de campo com medidores adequados	potência consumida acima de 3 cv	deseja-se esta potência máxima (3 cv) em função da potência total disponível no micro-trator (8 hp) e de cálculos já efetuados para enxadas rotativas*
4. peças normalizadas	%	100%	análise da especificação de projeto dos componentes	porcentagem muito abaixo de 100%	entenda-se por 100% de peças normalizadas a escolha de chapas de aço comercial, rolamentos, parafusos, molas, e não a forma física dos vários conjuntos do sistema
5. vida útil	anos	5 anos	checagem de dimensionamento de projeto e especificação de materiais	vida útil muito inferior a 5 anos	considera-se 5 anos de vida útil com 200 horas de trabalho anuais
6. tempo de preparação do implemento	horas (h)	0,5 h	tempo de montagem do implemento ao microtrator	tempo de preparação muito acima de 0,5 h	o tempo de preparação do implemento envolve o acoplamento do sistema ao trator e os ajustes necessários nos sistemas de transmissão e dosagem do adubo

* De acordo com cálculos efetuados p/ enxadas rotativas por Valdeiro [6], a potência máxima a ser consumida não deve exceder 3cv

LP UFSC		ESPECIFICAÇÃO DE PROJETO DE PRODUTO (Continuação) Tarefa: Implemento de Abertura e Aducação de Sulcos			
requisito	unidade de medição	objetivo	sensor	seidas indesejáveis	comentários
7. dosagem de adubo do sist. dosador	g/m	20 g/m	testes da vazão especificada p/ o dosador de adubo, no campo, e em laboratório	dosagem acima ou abaixo do limite especificado	requer-se esta faixa de vazão p/ a cultura de cobola, devido ao espaçamento entre linhas - 0,40m- e a quantidade de adubo por hectare (600kg/ha). objetiva-se, também, várias regulagens p/ outras culturas.
8. massa	kg	máximo de 60 kg	cálculo e pesagem da massa total do implemento	massa muito acima do limite especificado dificultando o levantamento do impl.	entenda-se por massa total do implemento, a massa dos conjuntos sulcador e adubador, dos sistemas estrutural e de levantamento
9. força exercida no sistema de levantamento	N	força em torno de 200N	dimensionamento de projeto e testes práticos	força exercida muito acima de 200 N	estima-se 150N, pois p/ forças muito baixas aumenta-se a complexidade do sistema e seus custos
10. distância do dispositivo sulcador as partes móveis	mm	distância suficiente p/ evitar embuchamento de palha no sist. sulcador	dimensionamento de projeto e testes de campo	distância insuficiente, provocando embuchamento de palha e acúmulo de terra no conjunto	estas distâncias serão especificadas durante a fase de projeto preliminar, depois de escolhida a melhor concepção do produto
11. comprimento longitudinal do implemento	mm	comprimento suficiente p/ assegurar um bom desloc. da máquina pelo terreno	dimensionamento de projeto e testes de campo	comprimento excessivo que poderá prejudicar a manob. do implemento	o comprimento será calculado na fase de projeto preliminar
12. altura total do sistema	mm	altura suficiente p/ assegurar boa visibilidade e estabilidade do implemento	dimensionamento de projeto e testes práticos	altura excessiva, provocando instabilidade e visibilidade inadequada	a altura do sistema está muito relacionada com o conjunto dosador e capacidade dos reservatórios de adubo
13. número muito alto de pontos inseguros	%	objetiva-se a menor percentagem possível de pontos inseguros	checagem de dimensionamento e construção do implemento	vida útil muito inferior a 5 anos	busca-se obter segurança na montagem e operação do produto

CAPÍTULO IV

PROJETO CONCEITUAL

4.1 - Introdução

Prosseguindo-se dentro do processo de projeto, é abordado neste capítulo o desenvolvimento conceitual do implemento de abertura e adubação de sulcos.

Como ponto de partida para a elaboração de uma solução efetiva e que alcance um conceito de produto que atenda aos anseios dos consumidores, tem-se como embasamento a especificação de projeto elaborada no capítulo anterior.

Partindo-se, inicialmente, da função total do implemento é desenvolvida a estruturação de funções do produto. Em seguida, desenvolve-se com o auxílio de técnicas de criatividade uma matriz morfológica contendo diversos princípios de soluções para cada uma das funções requeridas. Por fim, pela combinação destes princípios obtém-se a solução conceitual inicial, após a análise da viabilidade de cada uma das concepções desenvolvidas.

4.2 - Desenvolvimento de uma estrutura de funções

Baseando-se na proposta metodológica de PAHL & BEITZ [15], desenvolve-se agora a estrutura de funções para a presente tarefa de projeto, a qual tem como função total o desenvolvimento de um implemento para abertura e adubação de sulcos, como mostrado na figura 4.1.

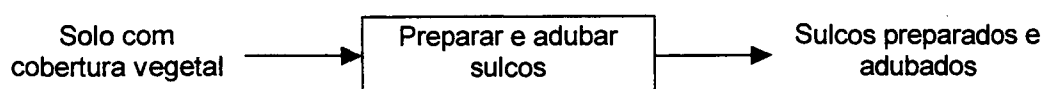


Figura 4.1 - Estrutura da função total: preparar e adubar sulcos.

Tomou-se como passo inicial a especificação de projeto e, em seguida, procurou-se abordar a função principal abstraindo-se até o nível mais elementar possível. É interessante, antes de prosseguir no entendimento do trabalho, ater-se a alguns comentários em relação a estrutura de funções desenvolvida.

Em se tratando da seqüência das funções parciais de adubar solo e abrir sulco, se abordadas segundo uma análise lógica, a primeira resposta seria que inicialmente se fizesse a abertura dos sulcos e em seguida a adubação do solo. Entretanto, durante o levantamento do estado da arte, apresentado no capítulo II, e posteriormente com a coleta de informações frente a agrônomos e agricultores, verificou-se que devido a necessidade de uma boa incorporação do adubo ao solo a fim de evitar a queima de mudas e sementes, a função de adubação deveria anteceder a função de abrir sulco.

No que diz respeito ao desdobramento da função adubar solo, considera-se o fluxo do adubo desde o seu armazenamento, passando pela dosagem da quantidade adequada e, por fim, o direcionamento para o solo. A entrada de material, energia e informação estão representadas respectivamente por adubo, energia mecânica e energia gravitacional e, regulação da quantidade de adubo.

Para a função de abrir sulco, optou-se por uma ocorrência paralela das funções parciais de cortar palha, desagregar solo, conter solo desagregado e incorporar adubo, devido principalmente a necessidade de se desenvolver um sistema compacto. Tem-se como energia de entrada a energia mecânica fornecida pelo trator e como entrada de material o solo sem revolvimento, a palha sem corte e o adubo. A entrada de informação é a regulação da profundidade do sulco. Na saída do sistema observa-se a função total completamente executada, ou seja, com a palha cortada e o solo revolvido e contido no sulco juntamente com o adubo incorporado.

Como ilustrado da figura 4.2, mostra-se para o fluxo de materiais a representação em linha azul, para a energia em linha vermelha e para o fluxo de informações a representação em linha verde pontilhada. A seqüência de ocorrência das funções está representada por uma linha preta contínua e o contorno do sistema em linha preta tracejada.

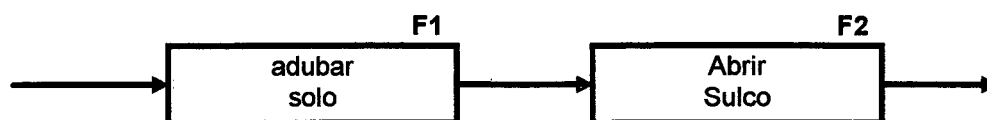


Figura 4.2-a - Estrutura de funções parciais.

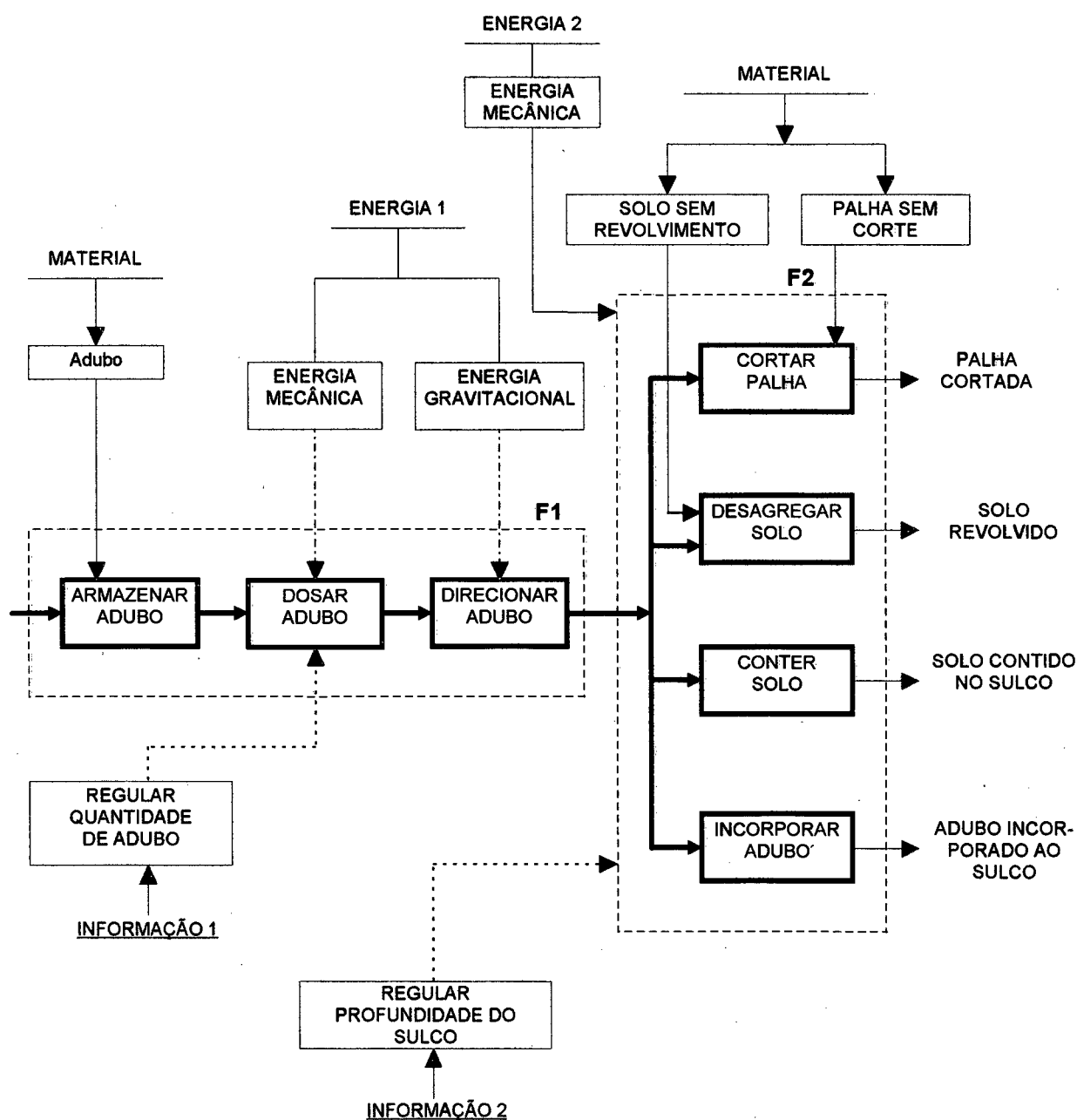


Figura 4.2-b - Estrutura de Funções para o implemento de abertura e adubação de sulcos.

4.3 - Desenvolvimento de princípios de soluções

Elaborada a estrutura de funções, desenvolve-se nesta parte a busca por princípios de soluções. Para tanto, utilizou-se o método da matriz morfológica como meio de organização das várias idéias, coletadas através de ferramentas de apoio a criatividade e na literatura técnica.

Esta matriz, além de abordar as funções da estrutura proposta, foi também ampliada para funções acessórias, as quais se constituem em princípios de soluções para o sistema estrutural, sistema de levantamento, sistema de suporte do implemento e sistema de acionamento. É importante acrescentar, que estes sistemas não foram abordados na estrutura de funções pelo fato de não se tratarem de funções a serem executadas pelo implemento, mas sim, concepções físicas que dão forma mais ampla ao implemento. Desta forma, puderam-se alocar em uma mesma matriz, princípios de soluções independentes entre si, o que facilitou na análise final da solução conceitual do implemento.

Inicialmente, como apresentado nas páginas seguintes, elaborou-se uma lista dos vários princípios e em seguida sua organização em forma gráfica, ilustrada na figura 4.3.

- Descrição dos elementos da matriz morfológica

A- Sistema de adubação :

A.1- Armazenar adubo :

Forma do reservatório:

A.1.1 - cilíndrica;

A.1.2 - tronco-cônica;

A.1.3 - tronco de pirâmide;

A.1.4 - cúbica-tronco de pirâmide.

A.2 - Dosar adubo :

Tipo do dosador:

A.2.1 - rotor canelado;

A.2.2 - disco horizontal;

A.2.3 - fluxo contínuo;

A.2.4 - rotor dentado;

A.2.5 - dosador helicoidal.

A.3 - Direcionar adubo :

A.3.1 - canaleta;

A.3.2 - tubo;

A.3.3 - mangueira;

A.3.4 - cone.

B - Sistema de abertura de sulcos:**B.1 - Cortar palha :**

B.1.1 - enxada rotativa;

B.1.2 - disco liso plano;

B.1.3 - disco corrugado;

B.1.4 - disco recortado;

B.1.5 - disco ondulado.

B.2 - Desagregar terra :

B.2.1 - enxada rotativa;

B.2.2 - disco duplo;

B.2.3 - sulcador de enxada;

B.2.4 - disco curvo;

B.2.5 - bota sulcadora.

B.3 - Incorporar adubo :

B.3.1 - enxada rotativa;

B.3.2 - disco curvo;

B.3.3 - rolo dentado;

B.3.4 - sulcador de enxada.

B.4 - Conter terra

B.4.1 - pára-lama;

B.4.2 - placa curva ;

B.4.3 - placas lat. inclinadas;

B.4.4 - sem proteção.

C - Sistema estrutural :

C.1 - estrutura em perfil quadrado e com grande número de elementos componentes soldados. Apresenta também muitos ângulos retos;

C.2 - estrutura com mesmo tipo de perfil, porém com menor número de elementos componentes. Mostra-se com linhas mais inclinadas;

C.3 - concepção em perfil quadrado com ângulos menos inclinados que os anteriores;

C.4 - estrutura desenvolvida em perfil tubular e quadrado;

C.5 - concepção totalmente de perfil tubular dobrado.

D - Sistema de acionamento :

- D.1 - engrenagens e eixo;
- D.2 - correntes;
- D.3 - eixo flexível;
- D.4 - correia com embreagem por polia tensionadora;
- D.5 - eixos e embreagens de discos.

E - Sistema de levantamento :

- E.1 - sistema de barras;
- E.2 - sistema de barras e rodas dentadas;
- E.3 - sistema com cabo acionado por pedal;
- E.4 - sistema com cabo e rodas dentadas;
- E.5 - sistema com cabo e alavanca com limitador de curso.

F - Sistema de suporte :

- F.1 - roda de aço com ranhuras;
- F.2 - patins;
- F.3 - rodas duplas de borracha;
- F.4 - roda de metal lisa.

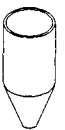

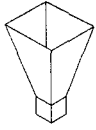
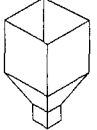
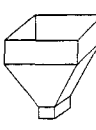

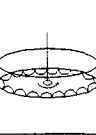
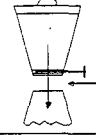
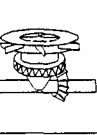
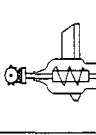






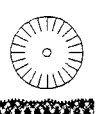




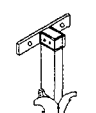
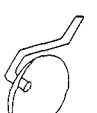


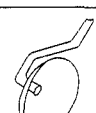

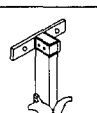


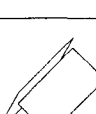






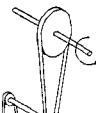

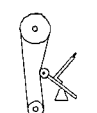
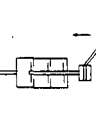









Princípio de solução Sub funções			1	2	3	4	5
A	Sistema de adubação	1 Armazenar Adubo					
		2 Dosar Adubo					
		3 Direcionar Adubo					
B	Sistema Sulcador	1 Cortar Palha					
		2 Desagregar Solo					
		3 Incorporar Adubo					
		4 Conter Solo				SEM PROTECAO	
C	Sistema Estrutural						
D	Sistema de Acionamento do Implemento						
E	Sistema de Levantamento						
F	Sistema de Suporte						

Figura 4.3 - Matriz Morfológica - Implemento para abertura e adubação de sulcos

4.4 - Geração de concepções

Com a combinação dos vários elementos da matriz, foram desenvolvidas algumas concepções para a solução da tarefa de projeto. Durante o arranjo destes diversos elementos teve-se sempre em mente a compatibilização com as especificações de projeto.

A primeira concepção considerada para o projeto foi a composição de um implemento que, para o sistema de adubação possuisse um reservatório cilíndrico (A.1.1) e fluxo contínuo de adubo (A.2.3) via direcionamento por mangueira (A.3.3). O sistema sulcador seria composto, na parte dianteira, de um disco liso para o corte da palha (B.1.2) e, uma bota sulcadora (B.2.5), posterior ao disco, para a desagregação do solo e incorporação do adubo ao sulco. Quanto a contenção da terra nos limites do sulco, não se usaria qualquer sistema para este fim. O levantamento do implemento seria através de um sistema de barras (E.1) e o suporte da máquina por meio de patins (F.2). O sistema estrutural seria construído em perfil quadrado e com grande número de elementos componentes soldados (C.1).

Esta concepção foi julgada inadequada pelo seguinte motivo: como o implemento deverá ser acoplado ao microtrator articulado, desenvolvido no LP, é necessário que este implemento seja o mais compacto possível. Porém, com a combinação proposta, a máquina teria um comprimento longitudinal bastante grande para o trator ao qual seria acoplada.

Uma segunda solução conceitual proposta, seria a combinação de reservatório tipo tronco de pirâmide (A.1.3) com dosador do tipo rotor canelado (A.2.1) e direcionamento do adubo por canaletas (A.3.1). Para a abertura dos sulcos, o sistema seria composto de um disco corrugado (B.1.3) para o corte da palha e de um disco curvo (B.2.4) para a desagregação e incorporação do adubo no sulco. Quanto aos sistemas de levantamento e suporte do implemento, seriam respectivamente por meio de cabos e pedais (E.3) e roda de metal lisa (F.4). Possuiria o sistema estrutural de aço em perfil tubular e quadrado (C.4).

Esta concepção foi considerada inviável pelos seguintes aspectos: esforço demasiadamente grande para se levantar o implemento através de pedais e a desagregação do solo somente para um lado, devido ao disco curvo.

Uma terceira concepção foi gerada combinando-se, para o sistema de adubação, um reservatório do tipo cúbico-tronco de pirâmide (A.1.4) com dosador de disco horizontal (A.2.2) e direcionamento do adubo por tubo (A.3.2). Para o sistema sulcador, uma composição de disco corrugado (B.1.3) para o corte da palha e, enxada rotativa (B.1.1) acionada por meio de engrenagens e eixos (D.1) para a desagregação da terra e incorporação do adubo. A contenção do solo revolvido seria efetivada por meio de um sistema tipo pára-lama (B.4.1). Para o sistema estrutural, a construção em aço com perfil quadrado e tubular (C.4) e, para o conjunto de levantamento teria-se um mecanismo de barras e rodas dentadas (E.2). Finalmente, para o sistema de suporte uma roda de aço com ranhuras (F.1).

Esta solução apresenta pontos positivos e negativos. Como vantagens, pode-se dizer que com o sistema de enxadas rotativas para a desagregação da terra e incorporação do adubo, o implemento torna-se mais compacto que os anteriores. Em relação a contenção da terra dentro dos limites dos sulcos, esta foi melhorada devido ao pára-lama.

Como desvantagens observa-se o seguinte: sobre o sistema estrutural, a conclusão é que uma combinação de vários elementos soldados poderá causar imprecisões de posicionamento relativo entre os mesmos. Em se tratando dos sistemas de levantamento e suporte do implemento, verifica-se respectivamente, uma dificuldade de posicionamento dentro dos limites estruturais do microtrator e a possibilidade de embuxamento de palha.

- Descrição da concepção escolhida

Após algumas avaliações, chegou-se ao consenso de que a solução conceitual deveria apresentar-se como um implemento o mais simples e compacto possível e, que sua fabricação e montagem pudessem ser feitas com equipamentos usuais.

Para tanto, a concepção resultou na seguinte combinação:

A - Sistema de adubação - A armazenagem do adubo em reservatório do tipo cúbico-tronco de pirâmide (A.1.4), com dosador tipo rotor canelado (A.2.1) e o direcionamento do adubo até o solo por meio de uma mangueira (A.3.3).

B - Sistema sulcador - Para o corte da palha, a desagregação do solo e a incorporação do adubo, o uso de um sistema de enxadas rotativas (B.1.1). Sobre a contenção do solo revolvido dentro do sulco, o uso de um paralamas (B.4.1) envolvendo as enxadas rotativas.

C - Sistema estrutural - O sistema estrutural totalmente construído em perfil tubular de aço dobrado (C.5) e com poucos pontos de soldagem.

D - Sistema de acionamento do implemento - Optou-se por um sistema de acionamento por correia e embreagem por polia tensionadora (D.4). Este sistema deverá transmitir potência para as enxadas e para o rotor do dosador.

E - Sistema de levantamento - Para a elevação do implemento no final das linhas de plantio, optou-se por um sistema de cabo e alavanca com limitador de curso (E.5).

F - Sistema de suporte - Para a sustentação do implemento sobre o solo e acompanhamento dos desníveis normais dos terrenos de plantio, escolheu-se o uso de roda de borracha posicionada na frente da máquina (F.3).

Esta concepção do implemento foi julgada a mais adequada por apresentar como vantagens os seguintes fatores:

Com relação ao sistema de adubação tem-se, com a adoção de dosador do tipo rotor canelado, uma simplicidade de funcionamento e regulagem e, também,

uma dosagem adequada da quantidade de adubo necessária. Além disso o laboratório de projeto, devido à pesquisas anteriores, já possui experiência no uso de tal tipo de dosador.

Sobre o sistema sulcador, com a adoção de enxadas rotativas para as funções de cortar palha, desagregar o solo e incorporar adubo, pôde-se reunir várias funções em um só sistema. Isto constitui-se em economia de espaço longitudinal, em diminuição de peso total do implemento e, finalmente, num sistema compacto e de mais fácil transporte.

A escolha do sistema estrutural, com estrutura dobrada em perfil tubular e com poucos pontos de solda, garantirá uma maior precisão de posição entre as partes da estrutura e uma fabricação mais rápida.

A decisão pelo sistema de levantamento, por meio de cabo e alavanca com limitador de curso, proporcionará um arranjo mais ergonômico do sistema dentro dos limites de espaço do microtrator, o qual favorece conseqüentemente, o ato de suspender e abaixar o implemento de maneira mais confortável.

A seguir, mostra-se na figura 4.4 a matriz morfológica com os princípios de soluções escolhidos para o implemento e, na figura 4.5, o desenho da concepção inicial.

Para um melhor entendimento dos desenhos tornam-se necessários alguns comentários:

1. na figura 4.5-a representa-se uma vista lateral esquerda e na figura 4.5-b uma vista lateral direita do microtrator e do implemento. Isto foi necessário porque alguns elementos não seriam claramente visualizados com apenas o desenho de uma vista.

2. as figuras ilustram somente a parte dianteira do microtrator articulado. Estão representados o assento do operador, o motor, a caixa de redução original (CX1) e a coluna de direção juntamente com o volante. Estes componentes não foram assuntos de estudos da presente dissertação;

3. representa-se também, um posicionamento inicial da caixa de redução Opcional (CX2). A princípio a idéia é colocá-la na frente do microtrator, sendo a transmissão de potência entre a CX2 e a CX1 por meio de correntes. O motivo de

tal escolha, como citado no início deste item, foi compatibilizar o arranjo dos componentes dentro dos limites estruturais do microtrator.

4. na parte do sistema estrutural ilustra-se também, a transmissão de potência entre as enxadas rotativas e o dosador de adubo. Como alternativa inicial escolheu-se a transmissão através de correntes e rodas dentadas.

Para finalizar, é importante ser colocado que na fase de projeto preliminar algumas das decisões tomadas em relação ao posicionamento da CX2, podem ser mudadas. Isto se deve ao fato de que estudos mais aprofundados sobre os limites estruturais do microtrator serão executados. Com estes estudos visa-se, principalmente, obter um efetivo dimensionamento e arranjo do sistema de transmissão de potência entre os elementos da concepção.

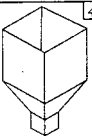

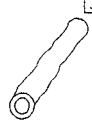
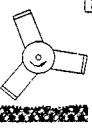
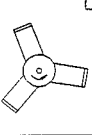
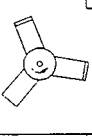


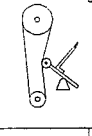
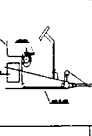
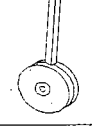
		Princípio de solução	
		Sub funções	
A	Sistema de adubação	1 Armazenar Adubo	4 
		2 Dosar Adubo	1 
		3 Direcionar Adubo	3 
B	Sistema Sulcador	1 Cortar Palha	1 
		2 Desagregar Solo	1 
		3 Incorporar Adubo	1 
		4 Conter Solo	1 
C	Sistema Estrutural		5 
D	Sistema de Acionamento do Implemento		4 
E	Sistema de Levantamento		5 
F	Sistema de Suporte		3 

Figura 4.4 - Princípios de solução escolhidos para as funções do implemento.

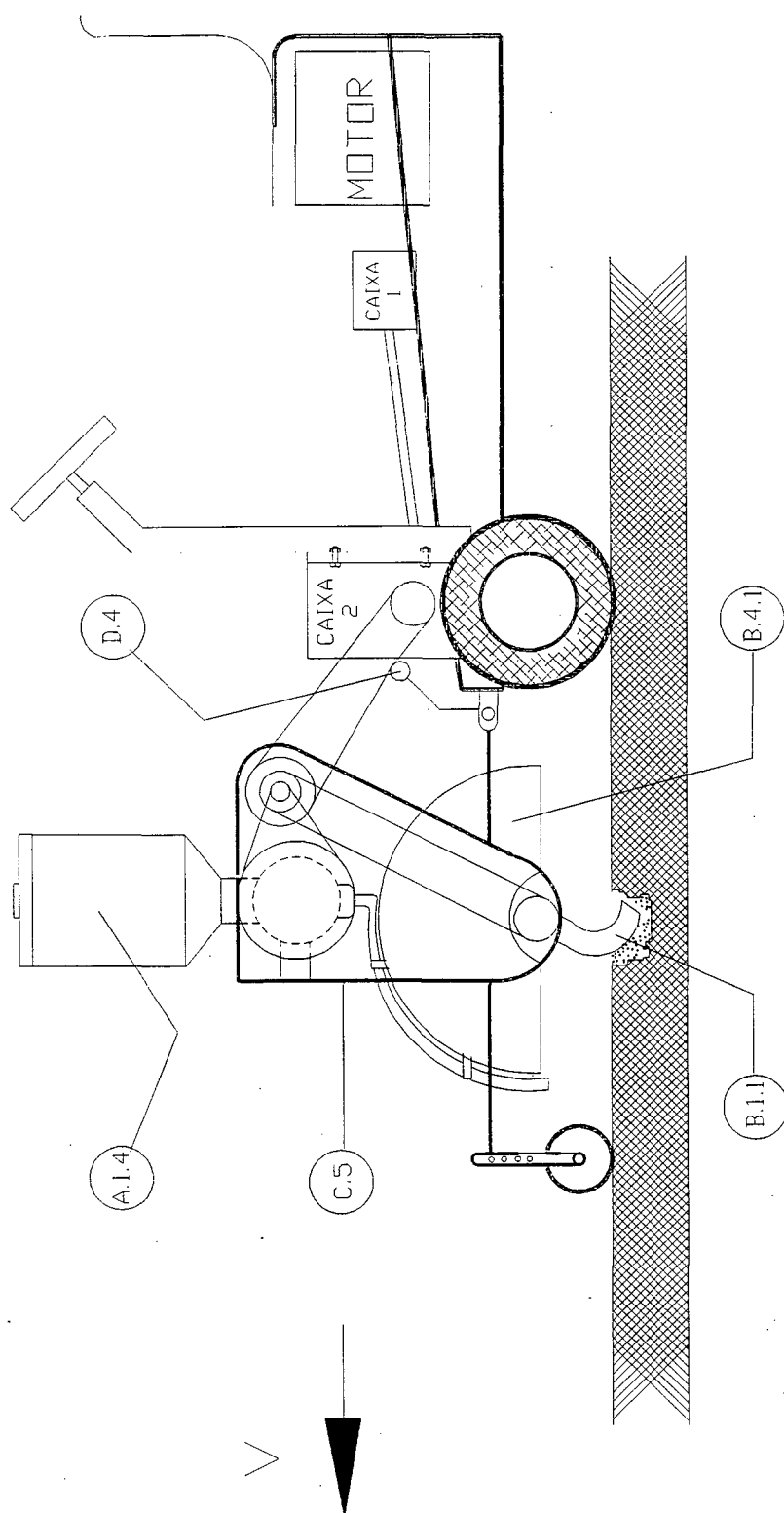


Figura 4.5-a - Vista lateral esquerda da concepção escolhida.

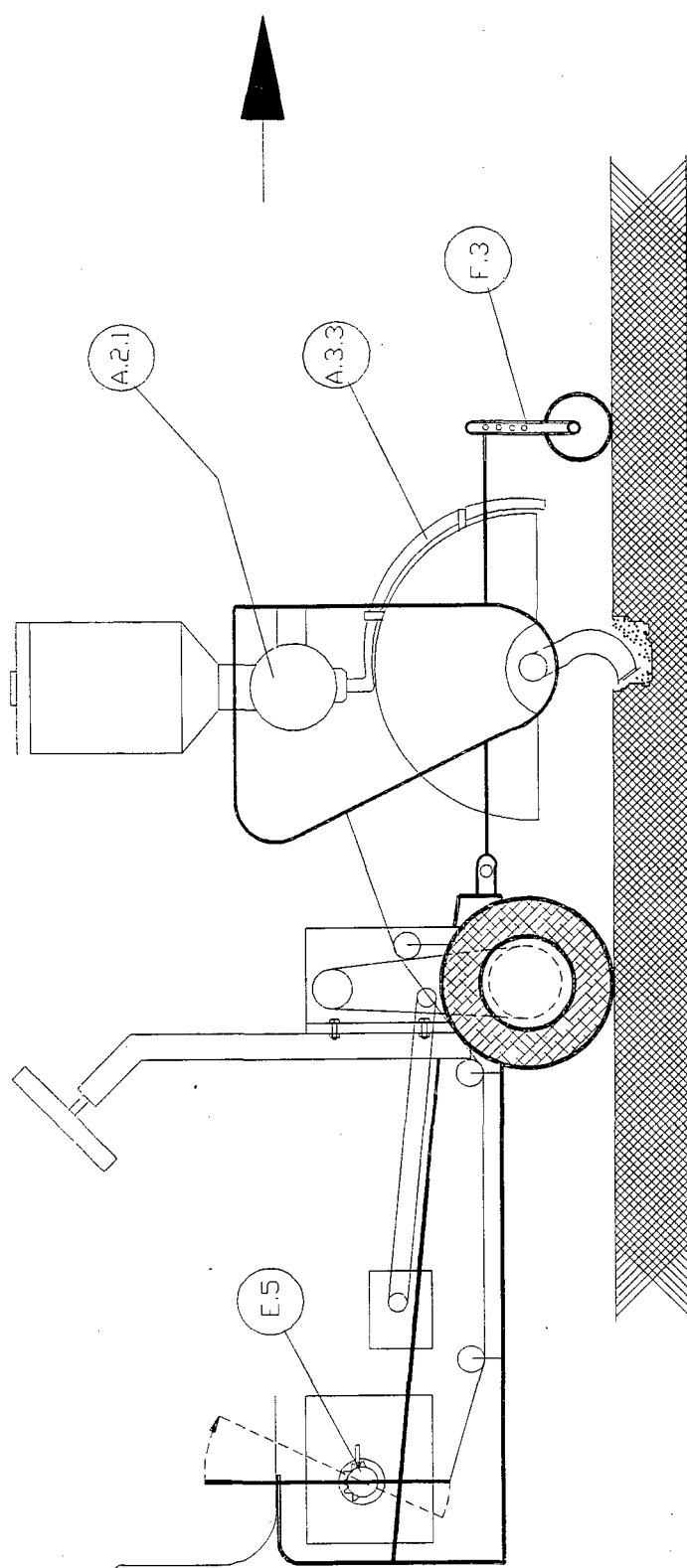


Figura 4.5-b - Vista lateral direita da concepção escolhida.

CAPÍTULO V

PROJETO PRELIMINAR

5.1 - Introdução

Partindo-se da solução conceitual, aborda-se neste capítulo a determinação do layout definitivo para o implemento de abertura e adubação de sulcos e o dimensionamento de seus respectivos sistemas, de acordo com considerações técnicas e econômicas.

Com relação ao dimensionamento, utilizou-se modelos matemáticos usuais e procurou-se sempre trabalhar com produtos normalizados e de baixo custo.

Inicialmente, desenvolve-se o cálculo de força e potência consumidas pelas enxadas rotativas. Em seguida, é desenvolvido um novo dimensionamento e um estudo do melhor posicionamento da caixa de redução opcional (CX2) no microtrator articulado. Dando prosseguimento, analisa-se toda a transmissão de potência, desde a caixa original do microtrator (CX1) para a CX2 e, desta para as rodas e aos sistemas sulcador e dosador. Finalmente, determina-se o centro de gravidade (CG) do implemento de abertura e adubação de sulcos.

5.2 - Cinemática das enxadas rotativas

- Trajetória de corte

Devido a necessidade de abertura de um sulco com largura de 0,08 a 0,1 m, considerando-se um solo pesado, utilizou-se enxadas com formato em “L” ou universais, montadas num eixo horizontal e perpendicular a direção de deslocamento do microtrator. O conjunto apresenta a rotação do eixo em concordância ao deslocamento do implemento e possui dois pares de enxadas, sendo duas com lâminas a direita e duas com lâminas a esquerda.

Como mostrado na figura 5.1, a trajetória descrita pelas enxadas é semelhante a uma cicloide, onde cada elemento de trabalho atinge o solo individualmente cortando fatias de comprimento (L), sendo o corte iniciado para o valor do ângulo α em torno de 20° e o término quando α alcança 100° .

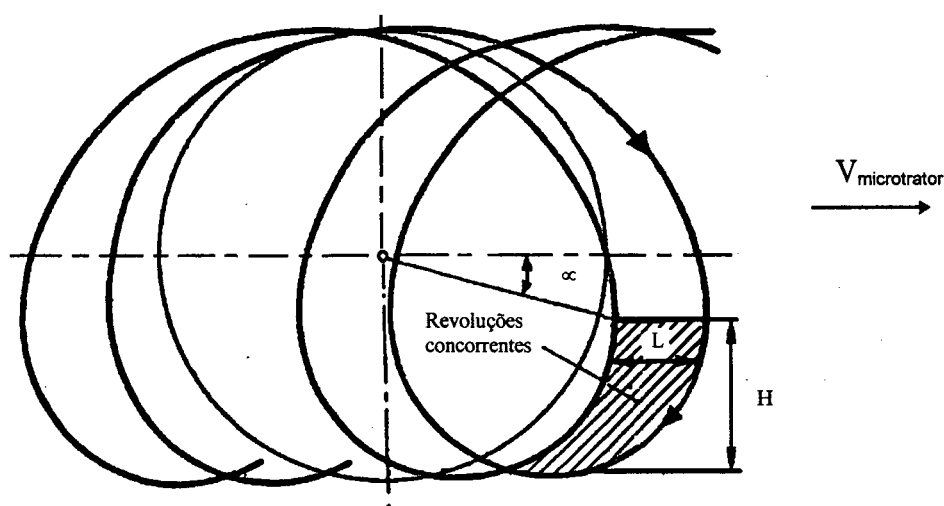


Figura 5.1- Trajetória descrita pelas enxadas rotativas - [12].

A equação que define o comprimento da fatias de solo, segundo BERNACKI [12] é:

$$L = \frac{V}{u} \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{Z} \quad (\text{m}) \quad (5.1)$$

onde:

L = comprimento das fatias de solo cortadas;

V= velocidade de tráfego do implemento = **0,075 m/s**, velocidade exigida para o transplante de mudas de cebola;

R= raio de trabalho do conjunto = **0,22 m**;

u= velocidade periférica do conjunto para 100 rpm no eixo = **2,7 m/s**. A rotação normalmente utilizada no eixo das rotativas convencionais situa-se entre 120 e 220 rpm para velocidades de tráfego da máquina variando de 1 a 2 m/s. Para este implemento adotou-se 100 rpm, devido a baixa velocidade de tráfego exigida no transplante de mudas de cebola. Com isto, espera-se que com esta rotação sejam satisfeitas as exigências de preparo do solo nas linhas de plantio principalmente em relação ao tamanho de torrões, o qual caracteriza o grau de desestruturação do solo.

Z= número de enxadas no eixo = **4**.

Substituindo-se as variáveis obtém-se o comprimento das fatias ... **L= 0,01 m**

5.3 - Força e potência consumidas pelas enxadas rotativas

A determinação da força e potência requeridas pelas enxadas rotativas serão baseadas em orientações de BERNACKI *et alli* [12] .

A força periférica média de corte do solo em máquinas rotativas e suas componentes estática e dinâmica podem ser calculadas sem maiores dificuldades a partir do trabalho específico (**A_c**), o qual define o trabalho executado pela máquina para cortar um volume de solo correspondente a uma rotação do conjunto de enxadas rotativas.

O trabalho específico é determinado pela seguinte equação:

$$A_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi}{Z \cdot L \cdot b \cdot H} \pm \frac{F_x}{H \cdot b} \quad (N \cdot m / m^3) \quad (5.2)$$

onde :

A_c = trabalho específico;

M = torque médio no eixo das rotativas (N.m);

Z = número de enxadas no eixo = 4;

b = largura máxima do sulco = 0,08 m;

H = profundidade máxima do sulco = 0,15 m;

F_x = componente da força de corte paralela à direção de tráfego do implemento, pode ser orientada para frente ou para trás (N);

L = comprimento das fatias de solo cortadas = 0,01m.

A componente F_x pode apresentar um valor negativo (-) se orientada para frente, ou seja, ajudando no deslocamento do implemento e um valor positivo (+) se orientada para trás, agindo como uma força resistente ao deslocamento. Como mostrado na figura 5.2, neste trabalho o eixo está com rotação concorrente com o tráfego do implemento, o que resulta em um valor negativo de F_x . Porém, segundo BERNACKI *et alli* [12], a componente F_x com orientação negativa é frequentemente desprezada em virtude do seu valor ser bastante reduzido, o qual não afeta a determinação do trabalho específico.

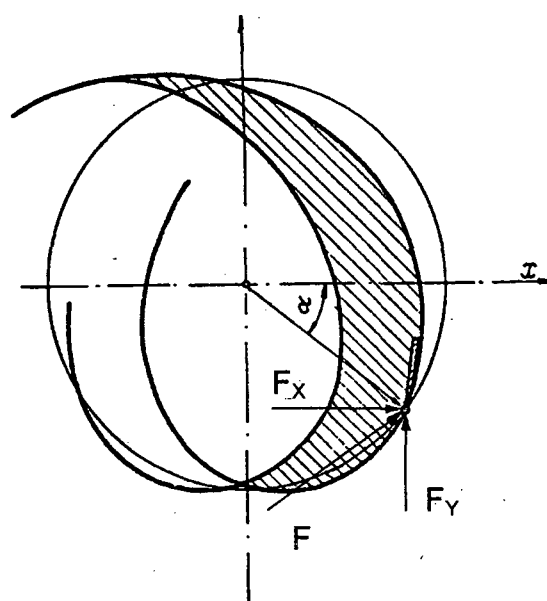


Figura 5.2 - Forças nas enxadas rotativas - [12].

Desta forma, o trabalho específico pode ser calculado em função apenas do torque e a equação 5.2 se reduz para:

$$A = \frac{M.2.\pi}{Z.L.H.b} \quad (\text{N.m/m}^3) \quad (5.3)$$

Onde o trabalho específico (A) é definido pelos trabalhos específicos estático (A_o) e dinâmico (A_b),

$$A = A_o + A_b \quad (\text{N.m/m}^3) \quad (5.4)$$

O trabalho específico estático é realizado durante o corte das fatias de solo e pode ser definido em função da resistência específica do solo ao corte pela equação:

$$A_o = C_o.k_o \quad (\text{N.m/m}^3) \quad (5.5)$$

onde:

C_o = constante adimensional determinada em função do tipo de enxada, profundidade do sulco, comprimento da fatia e estrutura do solo. Para o caso deste trabalho onde tem-se enxadas tipo "L", profundidade de sulco de 0,01 m e comprimento da fatia ($L=0,01$ m), a constante assume o valor de $C_o=3,0$ [12].

K_o = representa a resistência específica do solo ($\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$). Considerando que o implemento será testado em solo médio firme assume-se $K_o= 34\,335$ (N/m^2) [12].

Substituindo-se estes valores na equação 5.5 obtém-se $A_o= 103\,005 \text{ N.m/m}^3$

Estipulando-se que as fatias de solo cortadas possuem comprimento constante, o trabalho específico dinâmico pode ser calculado em função da velocidade periférica do conjunto de trabalho pela equação:

$$A_b = \alpha_u.u^2 \quad (\text{N.m/m}^3) \quad (5.6)$$

onde:

α_u = representa o coeficiente de resistência dinâmica em relação a velocidade periférica do conjunto de enxadas. O valor deste coeficiente é determinado em função do valor determinado para a constante adimensional C_0 . Para o caso em questão adotou-se $\alpha_u = 3924 \text{ (N.s}^2/\text{m}^4)$ [12];

u = velocidade periférica das enxadas rotativas = **2,7 (m/s)**.

Substituindo-se estes valores na equação 5.6 obtém-se o trabalho específico dinâmico **$A_b = 28\,606 \text{ N.m/m}^3$**

Desta forma, o trabalho específico total é **$A = A_0 + A_b = 131\,611 \text{ N.m/m}^3$**

E a força periférica média atuando nas enxadas e suas componentes estática e dinâmica são então determinadas pelas equações:

$$F = A \cdot \frac{V}{u} \cdot H \cdot b \quad (\text{N}) \quad (5.7)$$

$$F_s = A_0 \cdot \frac{V}{u} \cdot H \cdot b \quad (\text{N}) \quad (5.8)$$

$$F_d = A_b \cdot \frac{V}{u} \cdot H \cdot b \quad (\text{N}) \quad (5.9)$$

onde:

F = força periférica média nas enxadas (N);

F_s = componente estática da força periférica (N);

F_d = componente dinâmica da força periférica (N)

A = trabalho específico de corte = **131 611 (N.m/m³)**;

A_0 = trabalho específico estático = **103 005 (N.m/m³)**;

A_b = trabalho específico dinâmico = **28 606 (N.m/m³)**;

H = profundidade máxima do sulco = **0,15 (m)**;

b = largura máxima do sulco = **0,08 (m)**;

V = velocidade de tráfego do implemento = **0,075 (m/s)**;

u = velocidade periférica do conjunto de enxadas rotativas = 2,7 (m/s);

Resultando assim em:

$$F = 131\,611 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{m}^3} \cdot \frac{0,075 \text{ m/s}}{2,7 \text{ m/s}} \cdot 0,15 \text{ m} \cdot 0,08 \text{ m} = 43,9 \text{ N}$$

$$F_s = 34,3 \text{ N}$$

$$F_d = 9,5 \text{ N}$$

A potência do motor consumida pelas enxadas rotativas (N_c) é determinada pela seguinte equação:

$$N_c = \frac{A \cdot H \cdot b \cdot V}{\eta_c \cdot \eta_z} \quad (\text{W}) \quad (5.10)$$

onde:

H = profundidade máxima do sulco (m);

b = largura máxima do sulco (m);

A = trabalho específico ($\text{N} \cdot \text{m}/\text{m}^3$);

V = velocidade de tráfego do implemento (m/s);

η_c = coeficiente de eficiência do trator, corresponde a aproximadamente 0,9 para revoluções concorrentes do conjunto de enxadas rotativas [12];

η_z = coeficiente de inclusão de reserva de potência, variando de 0,7 a 0,8 [12];

logo;

$$N_c = \frac{131\,611 \text{ N} \cdot \text{m} / \text{m}^3 \cdot 0,15 \text{ m} \cdot 0,08 \text{ m} \cdot 0,075 \text{ m/s}}{0,9 \cdot 0,75} = 175,5 \text{ W}$$

Algumas conclusões preliminares podem ser obtidas pela análise dos valores calculados:

1 - quanto ao arranjo e número de enxadas no eixo, a opção por 4 enxadas defasadas de 90° entre si revelou-se o mais adequado. Este comentário é baseado em outros arranjos calculados, como por exemplo 3 enxadas a 120° e 2 enxadas a 180° , onde verificou-se que o comprimento das fatias de solo cortadas (L), a potência consumida (N_c) e a força periférica (F), não sofreram alterações substanciais que pudessem resultar em menores esforços no conjunto microtrator/implemento. Além disso, para solos com cobertura vegetal é aconselhável o uso de 4 enxadas em um plano de corte.

2 - sobre o valor obtido para o comprimento das fatias (L), observa-se que este assumiu um valor bem reduzido (0,1dm), resultando em baixa potência e força necessárias para o corte das fatias de solo. Isto se deve principalmente a baixa velocidade de tráfego do implemento (0,075 m/s), a qual é requisito para o transplante de mudas de cebola.

5.4 - Dimensionamento da caixa de redução opcional

Com a finalidade de que o microtrator articulado atingisse as velocidades de 270 m/h para o transplante de mudas de cebola e de 1m/s para semeadura de grãos, tornou-se necessário o dimensionamento e construção de uma caixa de redução opcional (CX2).

É importante colocar que a partir de um primeiro dimensionamento desenvolvido por VALDIERO [6], elaborou-se um novo projeto dimensional com o objetivo de atingir uma nova configuração da CX2 que viabilizasse sua instalação dentro dos limites do chassi do microtrator articulado.

De acordo com o primeiro projeto a CX2 deveria possuir duas possibilidades de marchas, sendo a primeira com relação de transmissão de 1:1 e a segunda com relação próxima a 1:13, como mostrado no apêndice 1. Após a análise dos dados obtidos por VALDIERO [6], verificou-se que esta relação de transmissão seria adequada para o propósito de transmissão de potência entre os subconjuntos do

implemento de abertura e adubação de sulcos proposto neste trabalho e sua interface com o microtrator.

O redimensionamento da CX2 teve como parâmetros básicos os listados abaixo:

1- A figura 5.3 apresenta uma vista frontal da CX2, onde para a primeira condição de engrenamento, figura 5.3-a, a relação de transmissão é de $i=1:1$ e na segunda condição, conforme ilustrado na figura 5.3-b, a relação de transmissão de $i=1:9$ é alcançada por 2 estágios de $i=1:3$. O restante da redução total é completado por rodas dentadas e corrente, ligando a saída de potência da CX2 ao diferencial do microtrator. A mudança de marchas é efetivada transladando-se as engrenagens sobre o eixo (2). A figura 5.3, apresenta respectivamente no lado esquerdo dos eixos (1) e (3), a roda dentada de saída de potência para o diferencial e a roda dentada de entrada de potência na CX2. Apresenta também, no lado direito do eixo (3) a polia que transmite potência para o implemento.

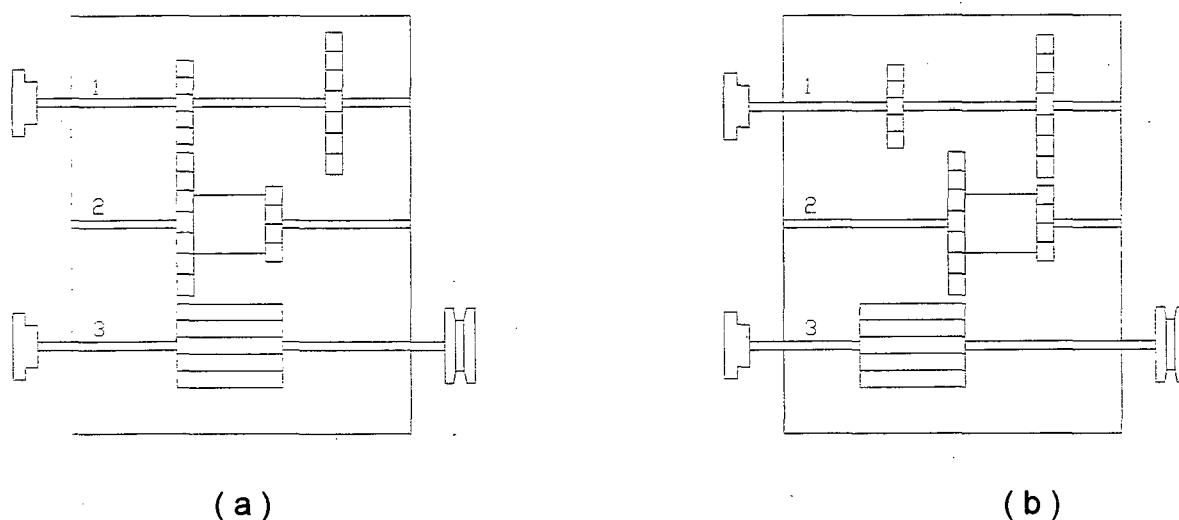


Figura 5.3 - (a) - engrenamento da CX2 em $i = 1:1$, (b) - engrenamento da CX2 em $i = 1:9$.

2 - material utilizado para os eixos e engrenagens - As engrenagens serão construídas em aço com 0,5 % de carbono e posteriormente temperadas e revenidas.

3 - Tensão admissível de contato contra fadiga - A tensão admissível é determinada em função da dureza do material ($\sigma_{Hadm} = 0,25 \text{ HB}$). Para o caso em

questão trata-se de aço de média resistência com dureza menor que 350 HB e portanto a tensão admissível é : $\sigma_{Hadm} = 7,5 \times 10^8 \text{ N/m}^2$;

4 - Tensão admissível contra a fadiga de flexão- Para aço carbono de baixa liga a tensão admissível é de $5,0 \times 10^7 \text{ N/m}^2$;

5 - qualidade das engrenagens - de acordo com recomendações técnicas a qualidade de peças que formam conjuntos varia de IT5 a IT11 [16]. Para este caso utilizou-se qualidade de trabalho IT8,

6 - torque nas engrenagens - a equação que define o torque é dada por:

$$T = \frac{7162.N}{n} \text{ (N.m)} \quad (5.11)$$

onde:

N - potência consumida (CV) - De acordo com o fabricante do motor do microtrator (8 hp) a potência máxima a ser utilizada para a rotação de trabalho do motor é em torno de 4,5 cv,

n - rotação no eixo de entrada de potência da CX2 - A rotação de entrada no eixo para o maior torque é de 178 rpm,

substituindo-se na equação obtém-se um torque : $T = 181,1 \text{ N.m}$;

7 - número de dentes no pinhão - 3 pinhões de 14 dentes;

8 - número de dentes da coroa - 2 coroas de 42 dentes;

9- módulo das engrenagens - segundo a Norma ABNT P-PB-90/91 a preferência é o emprego de módulos da classe I. Para o caso em questão as engrenagens são de $m=3 \text{ mm}$;

10 - diâmetro primitivo do pinhão - $d=m.Z = 42\text{mm}$;

11 - diâmetro primitivo da coroa = 126 mm ;

12 - distância entre eixos = 84 mm;

13 - largura do denteado = 2 pinhões de 22 mm, 1 pinhão de 66 mm e 2 coroas de 22 mm cada uma.

5.5 - Posicionamento da (CX2) e transmissão de potência para as rodas

Quanto ao posicionamento da carcaça, como mostrado na figura 5.4, a proposta de VALDIERO [6] era que a caixa de redução opcional (CX2) fosse instalada fora do chassi e acoplada lateralmente à caixa original do microtrator (CX1).

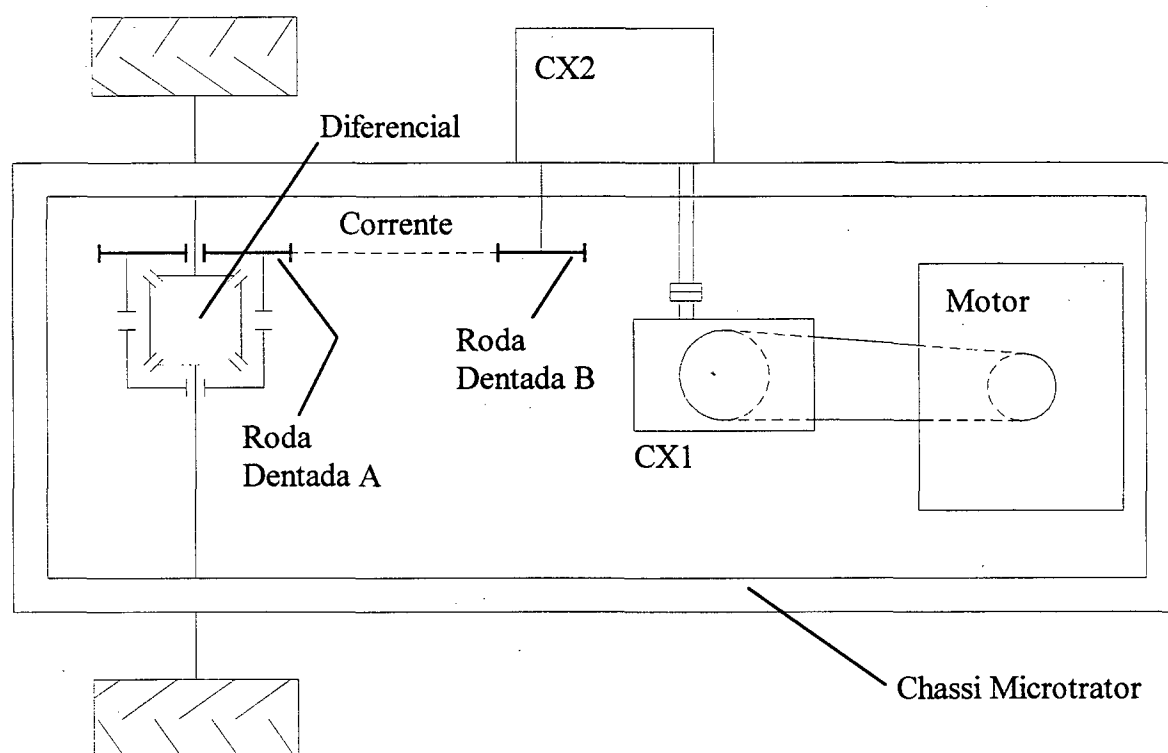


Figura 5.4 - Posicionamento da CX2 segundo VALDIERO [6].

Analisando esta configuração, observou-se que a mesma poderia ser melhorada. Partiu-se então para a busca do leiaute onde a CX2 estivesse posicionada dentro dos limites do chassi do microtrator e que proporcionasse fácil saída de transmissão de potência para as rodas, sem a necessidade de modificações na posição do diferencial, o que resultaria em uma configuração mais segura e de melhor estética.

Após o desenvolvimento de algumas configurações optou-se pelo leiaute ilustrado na figura 5.5, onde a CX2 é instalada em posição vertical e na frente do microtrator, sendo fixada no centro do chassi por meio de parafusos.

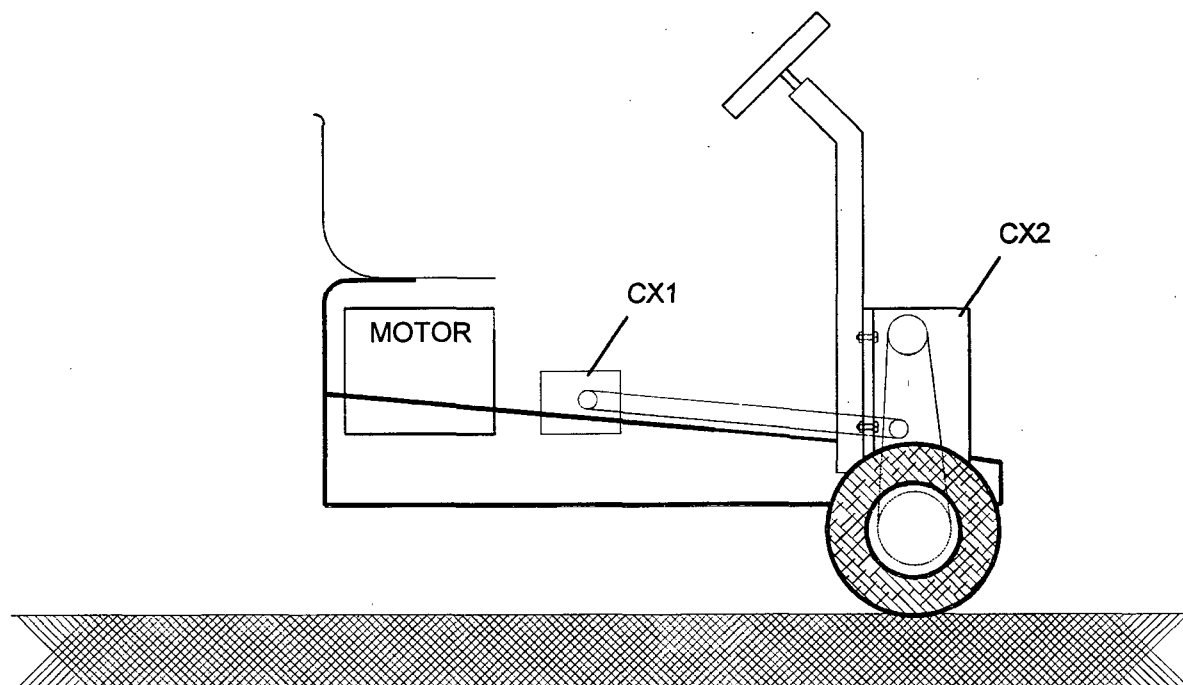


Figura 5.5 - vista lateral do novo leiaute para instalação da CX2.

Na figura 5.6, observa-se em maiores detalhes que a transmissão de potência entre a CX1 e a CX2 é feita pela ligação por corrente de rolos entre a roda dentada (1) de passo 12,7 mm e 8 dentes e a roda dentada (2) de passo 12,7 mm e 12 dentes, onde $i=1,33$. Para as rodas o movimento é transmitido também através de uma corrente que une a roda dentada (3) de passo 12,7 mm e 12 dentes a roda dentada (4) de passo 12,7 mm e 48 dentes fixada ao eixo diferencial, sendo a relação de transmissão $i=4$.

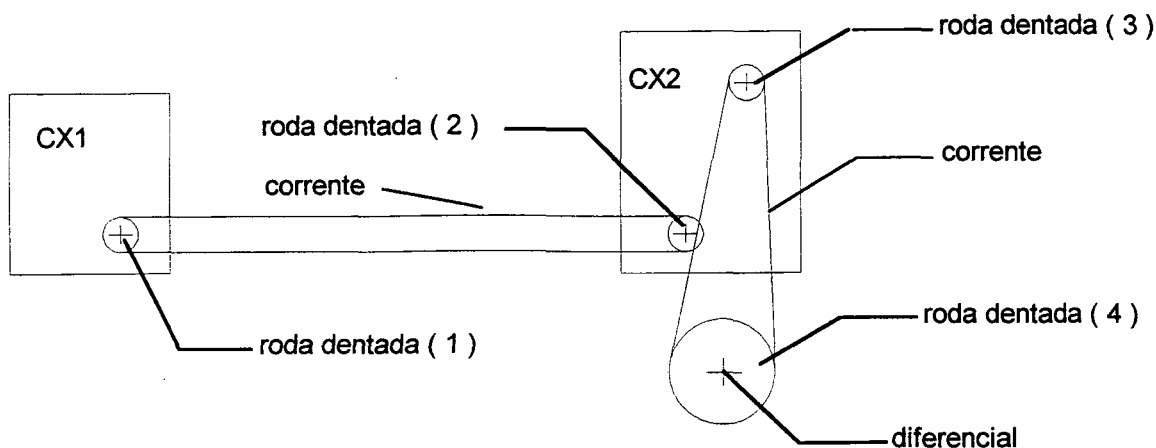


Figura 5.6 - transmissão de potência para as rodas do microtrator articulado.

Na figura 5.7, ilustra-se por meio de um diagrama, o escalonamento das rotações de saída no eixo das rodas dianteiras do microtrator, após a instalação da CX2. A rotação de trabalho do motor é de 2500 rpm, sendo reduzida para 1250 rpm no eixo de entrada da (CX1). A rotação no eixo de saída da CX1 é variada de acordo com as marchas engatadas (1° , 2° , 3° , 4° e 5°). A partir da CX2 a rotação das rodas pode ser variada pelo engrenamento da marcha rápida ($i=1:1$), representada em linha pontilhada ou da marcha lenta ($i=1:9$), representada em linha cheia.

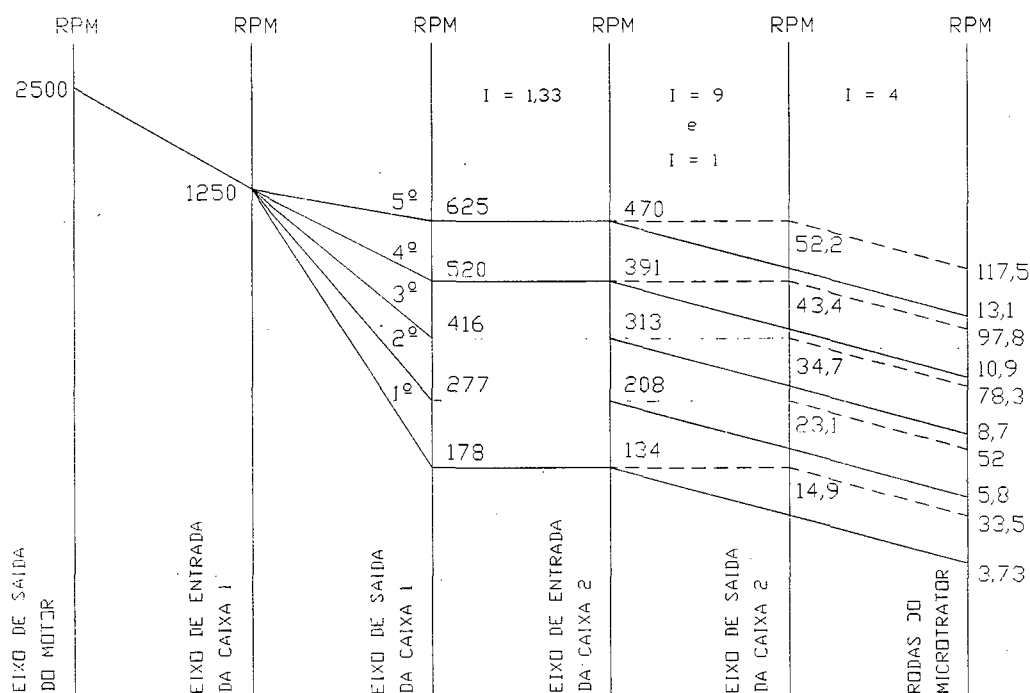


Figura 5.7 - diagrama de rotações no eixo das rodas do microtrator.

A tabela 5.1, mostra em maiores detalhes as velocidades disponíveis no microtrator após a instalação da CX2.

Tabela 5.1 - Velocidades do microtrator após instalação da CX2 .

MARCHAS	VELOCIDADE (m/s) ROTAÇÃO DO MOTOR 2500 rpm
1º MARCHA (LENTA)	0,075 - VEL. TRANSP. CEBOLA
2º MARCHA (LENTA)	0,12
3º MARCHA (LENTA)	0,18
4º MARCHA (LENTA)	0,20
5º MARCHA (LENTA)	0,30
1º MARCHA (RÁPIDA)	0,70
2º MARCHA (RÁPIDA)	1,10 - VEL. DE SEMEADURA
3º MARCHA (RÁPIDA)	1,60
4º MARCHA (RÁPIDA)	2,10
5º MARCHA (RÁPIDA)	2,50

5.6 - Transmissão de potência para o preparo e adubação de sulcos

Como ilustrado na figura 5.8, aproveitando-se a localização da caixa de redução opcional na dianteira do microtrator, decidiu-se que a transmissão de potência para o preparo de sulcos poderia ser facilmente conduzida através de uma polia (5), fixada no lado esquerdo do eixo de entrada de potência da CX2, para a polia (6) instalada no eixo intermediário, posicionado na estrutura do implemento.

Deste eixo intermediário, a potência é transmitida para os conjuntos de preparo e adubação de sulcos através das rodas dentadas (7) e (9). A potência para o eixo das rotativas é feita por uma corrente ligando as rodas dentadas (7) e (8) e,

para o eixo do dosador de adubo através de corrente de rolos unindo as rodas dentadas (9) e (10).

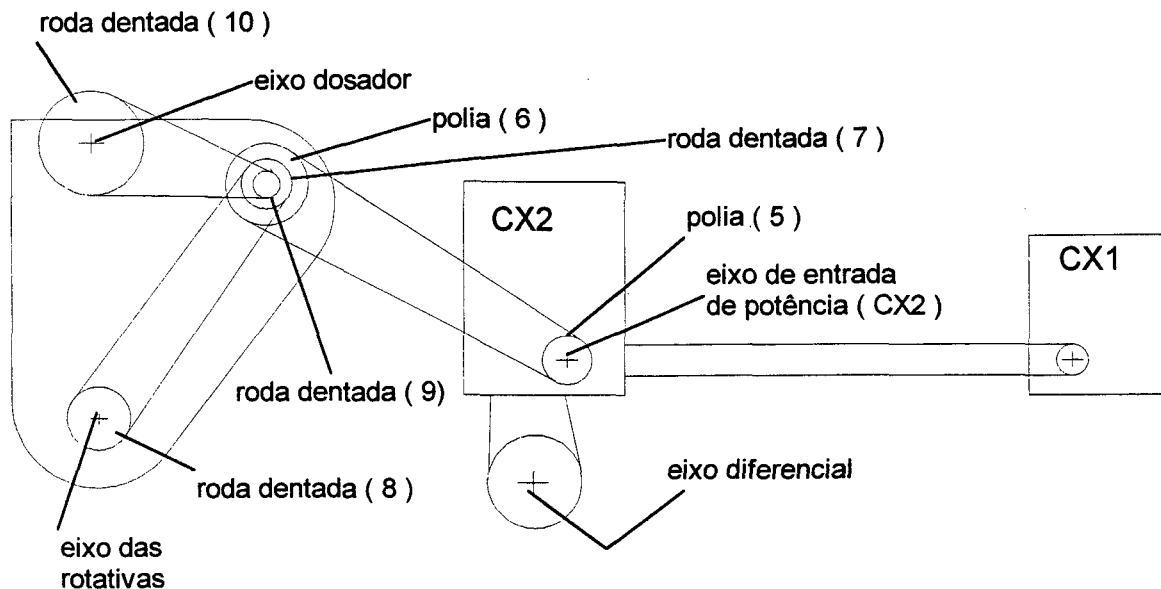


Figura 5.8 - Transmissão de potência para o preparo e adubação de sulcos.

5.7 - Sistema estrutural

Para o projeto preliminar do sistema estrutural, a solução conceitual escolhida foi submetida à análise dos seguintes aspectos:

1 - escolha da forma definitiva - optou-se por manter a forma da solução conceitual sem alterações. Esta escolha teve como objetivo manter uma harmonia estética com o microtrator e os novos implementos agrícolas desenvolvidos pelo LP, como por exemplo a semeadora -adubadora por covas;

2 - facilidade de fabricação - Optou-se pela construção do sistema estrutural em tubos de aço dobrados e unidos por soldagem, devido a facilidade de dobramento e aumento da resistência mecânica;

3 - facilidade de montagem dos subconjuntos de preparo e adubação de sulcos - como mostrado na figura 5.9, adotou-se a soldagem de chapas de aço no sistema estrutural para o alojamento dos suportes de rolamento dos eixos intermediário e das rotativas, deste modo as operações de montagem e

desmontagem dos subconjuntos tornam-se mais simplificadas. Quanto ao dosador de adubo, este é fixado através de parafusos a uma chapa aço soldada a estrutura.



Figura 5.9 - sistema estrutural do implemento.

- Estimativa do centro de gravidade

Como ilustrado na figura 5.10, o cálculo do centro de gravidade do implemento de abertura e adubação de sulcos foi efetuado em relação ao sistema de coordenadas x,y,z ; onde:

$x-z$: representa o plano horizontal que passa sobre a altura máxima do sistema estrutural ;

$x-y$: plano médio vertical-longitudinal;

$y-z$: plano vertical transversal passando na dianteira do sistema estrutural.

As forças em destaque representam os centros de gravidade dos principais elementos do implemento de abertura e adubação de sulcos, as quais foram calculadas individualmente.

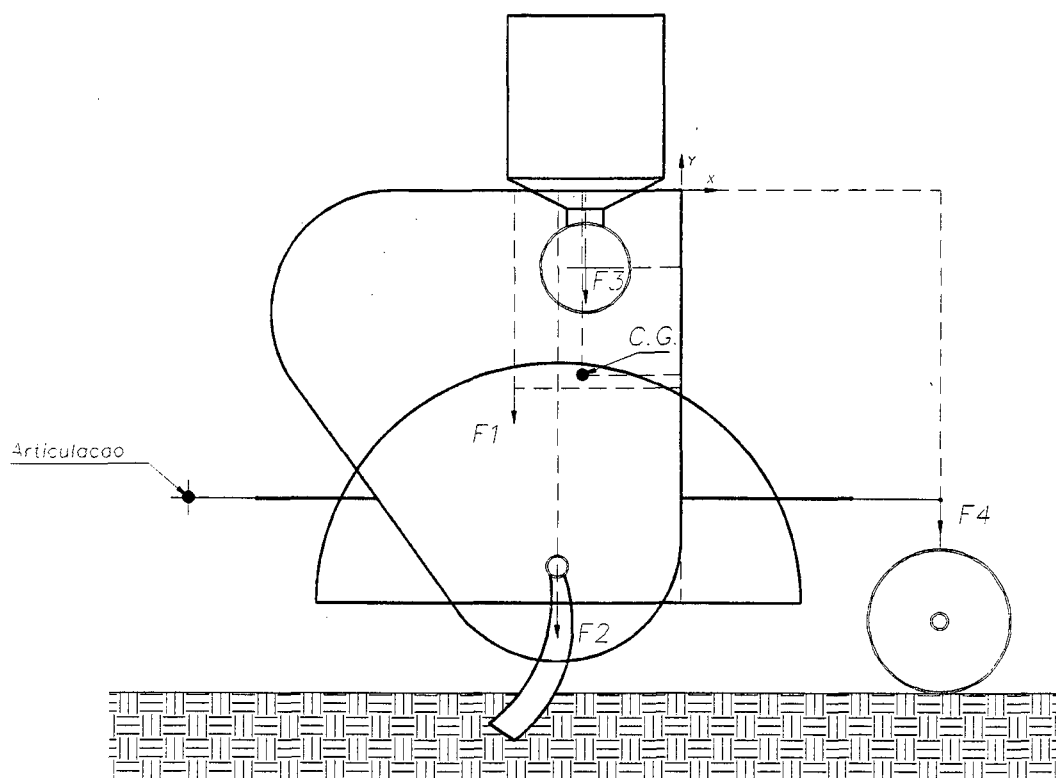


Figura 5.10 - Esquema simplificado do implemento para cálculo do CG.

Na tabela 5.2, estão representadas as forças em destaque na figura 5.10.

Tabela 5.2 - Forças e cotas utilizadas para o cálculo do CG.

NOTAÇÃO	COMPONENTES	X_i (m)	Y_i (m)	Z_i (m)	FORÇAS (N)
F1	estrutura	0,183	0,217	0,0	183,8
F2	Pára-lama e rotativa	0,135	0,455	0,0	66,50
F3	Dosador e reserv. carregado	0,105	0,085	0,0	236
F4	Roda de suporte	-0,285	0,340	0,0	30
					516,3

Considerando o equilíbrio das forças, pode-se calcular um valor aproximado para o posicionamento da cotas (X_{CG} , Y_{CG} , Z_{CG}) do centro de gravidade segundo as equações:

$$X_{CG} = \frac{F_1 X_1 + F_2 X_2 + F_3 X_3 + F_4 X_4}{\Sigma F_i} \text{ (m)} \quad (5.12)$$

$$Y_{CG} = \frac{F_1 Y_1 + F_2 Y_2 + F_3 Y_3 + F_4 Y_4}{\Sigma F_i} \text{ (m)} \quad (5.13)$$

$$Z_{CG} = \frac{F_1 Z_1 + F_2 Z_2 + F_3 Z_3 + F_4 Z_4}{\Sigma F_i} \text{ (m)} \quad (5.14)$$

Substituindo-se os valores da tabela 5.2 nas equações acima, obtém-se o peso total e as coordenadas do centro de gravidade do implemento de abertura e adubação de sulcos:

$$X_{CG} = 0,108 \text{ (m)}$$

$$Y_{CG} = 0,204 \text{ (m)}$$

$$Z_{CG} = 0,0 \text{ (m)}$$

E o peso total do implemento é : $P = 516,3 \text{ N}$.

CAPÍTULO VI

PROJETO DETALHADO

Neste capítulo é desenvolvido um refinamento dos resultados obtidos nos capítulos anteriores. Apresenta-se um detalhamento dos sistemas do implemento de abertura e adubação de sulcos no que se refere a escolha dos materiais, dos processos de fabricação e dimensões dos elementos.

Os desenhos completos dos sistemas e seus elementos estão reunidos no apêndice 3.

6.1 - Sistema de adubação

O sistema de adubação é composto por dosador tipo rotor canelado, reservatório cúbico-tronco de pirâmide e elemento de direcionamento de adubo por meio de mangueira transparente, a qual facilita a visualização do escoamento do adubo até o solo.

- Dosador de adubo o reservatório

Como mostrado no apêndice 2, foi desenvolvida uma série de testes com o dosador de adubo. A meta a ser alcançada era aliar o número de canaletas no rotor com a sua respectiva rotação, de modo a se atingir os requisitos agronômicos de dosagem de adubo definidos na especificação de projeto, no capítulo III. Para tanto, foi montada em um torno uma bancada de testes utilizando-se um dosador já existente no Laboratório de Projeto.

Ao final de um total de 16 séries de testes e com a posterior análise dos resultados obtidos, chegou-se as seguintes conclusões :

1 - devido à dificuldade de regulação da portinhola controladora de vazão, notou-se que era necessário diminuir o número de canaletas no rotor para que a vazão de 2,0 g/s fosse alcançada.

2 - observou-se que o escoamento do adubo ocorria pelas canaletas e também pela folga existente entre o rotor e a carcaça do dosador, o que resultava portanto em uma dosagem inadequada e fora de controle.

Após estas observações, partiu-se para o projeto de um dosador com dimensões que garantissem a vazão adequada de adubo, chegando-se a configuração mostrada na figura 6.1.

O dosador é constituído pelo bocal receptor de adubo (1) construído em chapas de aço ABNT 1020 de 5 mm de espessura, por onde o adubo escoá até o rotor (2), fixado por pressão ao eixo (3) de diâmetro 15 mm. Este eixo (3) é apoiado em dois mancais de rolamentos de esferas (NSK 2602 ZZ) (4), os quais estão internos aos alojamentos (5) fixados à carcaça do dosador (6) por quatro parafusos M4 (7). A entrada de potência é pela roda dentada (8), de 48 dentes e passo 9,525 mm, fixada ao eixo do dosador pelo pino (9), de 5,2 mm de diâmetro. Finalmente, o adubo é escoado em direção ao solo pelo bocal de saída (10), construído em chapas de aço ABNT 1020 de 5mm de espessura.

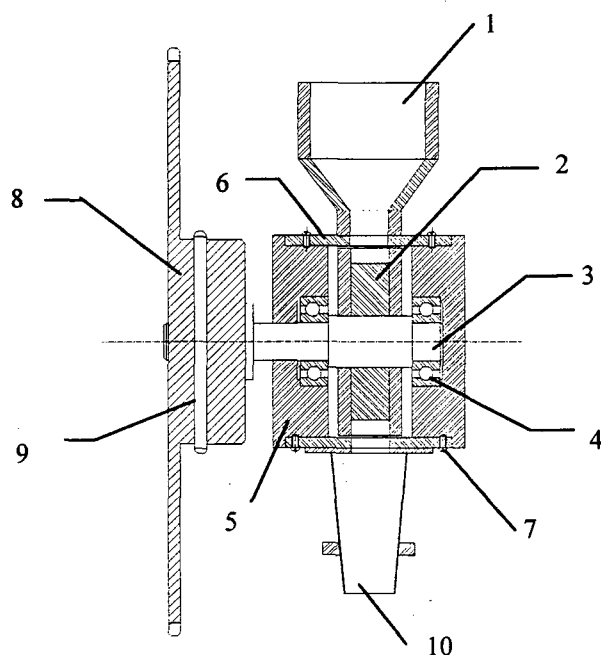


Figura 6.1 - Dosador de adubo.

Na figura 6.2, mostra-se uma representação em vistas do rotor do dosador com suas dimensões e número de canaletas.

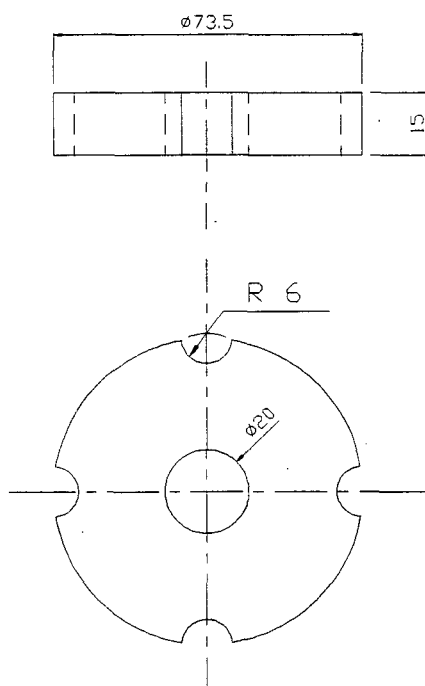


Figura 6.2 - Vistas do rotor do dosador.

Quanto ao reservatório de adubo, conforme ilustrado na figura 6.3, este é cortado em chapa de aço ABNT 1020 de 1 mm de espessura e posteriormente dobrado, assumindo a forma cúbica-tronco de pirâmide.

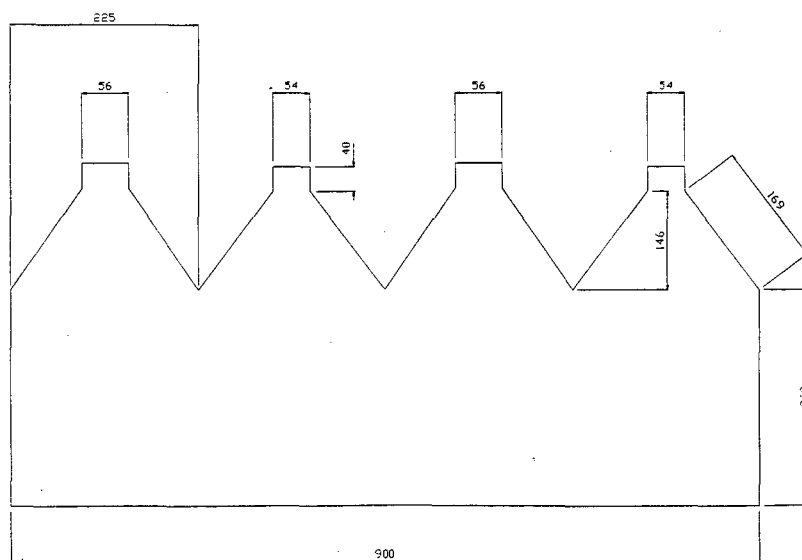


Figura 6.3 - Reservatório de adubo planificado.

6.2 -Sistema de preparo de sulcos

Representado na figura 6.4, o subconjunto para a abertura de sulcos é composto por dois pares de enxadas rotativas, sendo duas com lâminas de corte à esquerda (1) e duas com lâminas à direita (2), montadas por parafusos M10 (3) aos encaixes (4), os quais estão soldados ao cubo (5).

Este cubo (5), por sua vez, é fixado por meio de chavetas (6) 6X6 mm e por anéis SEEGER (7) $\phi = 29$ mm ao eixo interno (8), construído em aço ABNT 1045 e apoiado em dois rolamentos de esferas (SKF 6205-2RS1) (9). Os rolamentos (9) estão encaixados nos alojamentos (10) e (11), sendo estes presos por parafusos M10 (12) às placas (13), soldadas no sistema estrutural.

A entrada de potência é efetivada por meio de uma roda dentada (14), de passo 12,7 mm e 14 dentes, construída em aço ABNT 1020 e fixada por meio de chaveta 6X6 mm (15) e anel SEEGER de $\phi = 25$ mm (16) ao eixo (8).

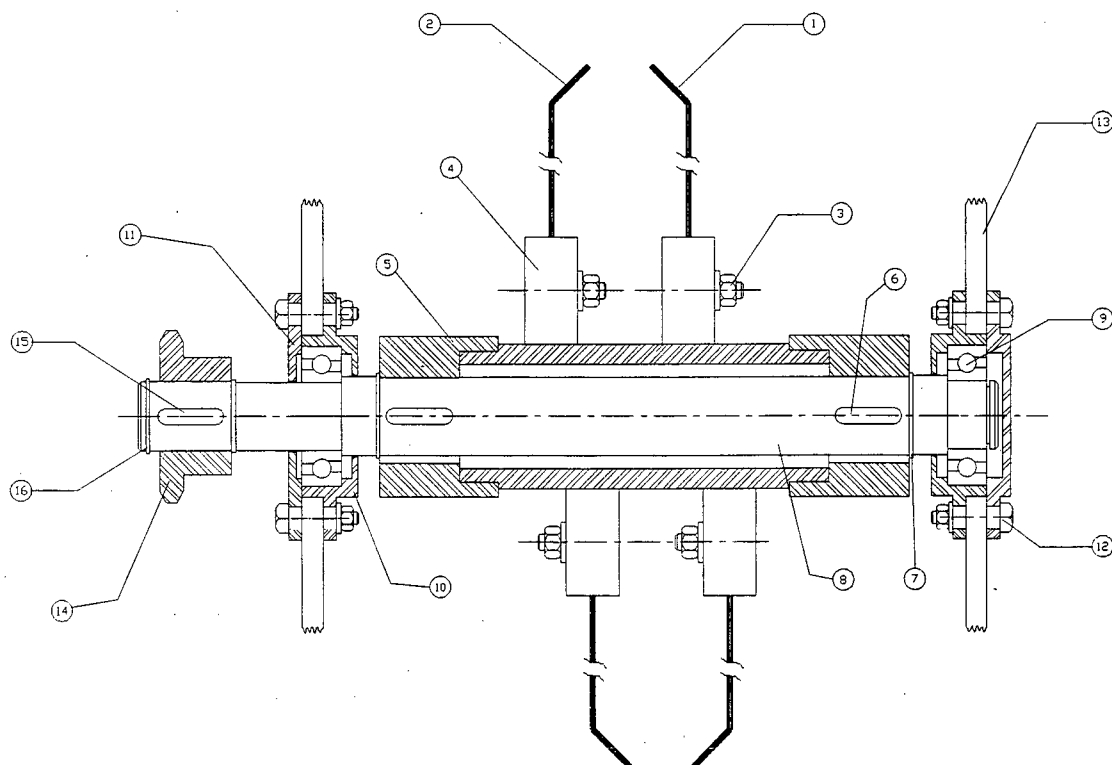


Figura 6.4 - Sistema de preparo de sulcos.

A contenção do solo revolvido nas linhas de plantio é feita através de um dispositivo protetor tipo pára-lama, construído em chapa de aço ABNT 1020 de 1 mm de espessura, possuindo cortes em suas laterais para a saída de excesso de palha, como ilustrado na figura 6.5.

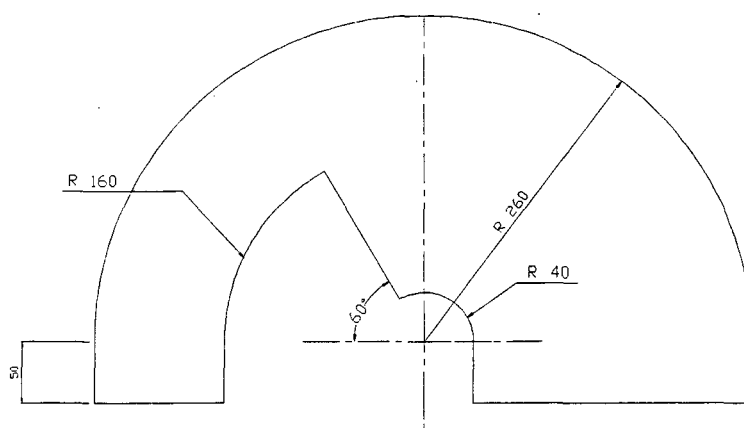


Figura 6.5 - Pára-lama de contenção de solo revolvido.

6.3 - Carcaça da caixa de redução opcional (CX2)

Como verificado no capítulo V, o redimensionamento dos eixos e engrenagens, juntamente com seu arranjo e montagem na CX2 concordaram com o primeiro dimensionamento desenvolvido por VALDIERO [6]. O projeto detalhado destes componentes e sua montagem na caixa de redução opcional está mostrado no apêndice 1.

Quanto a carcaça e trambulador de marchas, estes foram totalmente alterados para que se adequassem aos objetivos deste trabalho.

Como mostrado na figura 6.6, a nova configuração da carcaça da caixa de redução opcional é constituída por seis chapas de aço ABNT 1020 de 5 mm de espessura unidas por soldagem TIG. Na base da carcaça (chapa 1), foram usinados 4 furos de diâmetro 8,5 mm, por onde passam parafusos e porcas M8 (2) para a fixação da CX2 ao chassi do microtrator.

Quanto a troca do óleo lubrificante das engrenagens, esta é efetuada pela retirada do parafuso M12 (3) posicionado na base da (CX2). O acesso a parte interna para verificação das condições dos elementos é possível pela remoção da tampa (4), fixada por oito parafusos M6 (5). Como material de vedação entre a tampa (4) e as abas laterais (6), utilizou-se uma junta de borracha de 3 mm de espessura ao longo das abas para evitar a entrada de impurezas dentro da CX2.

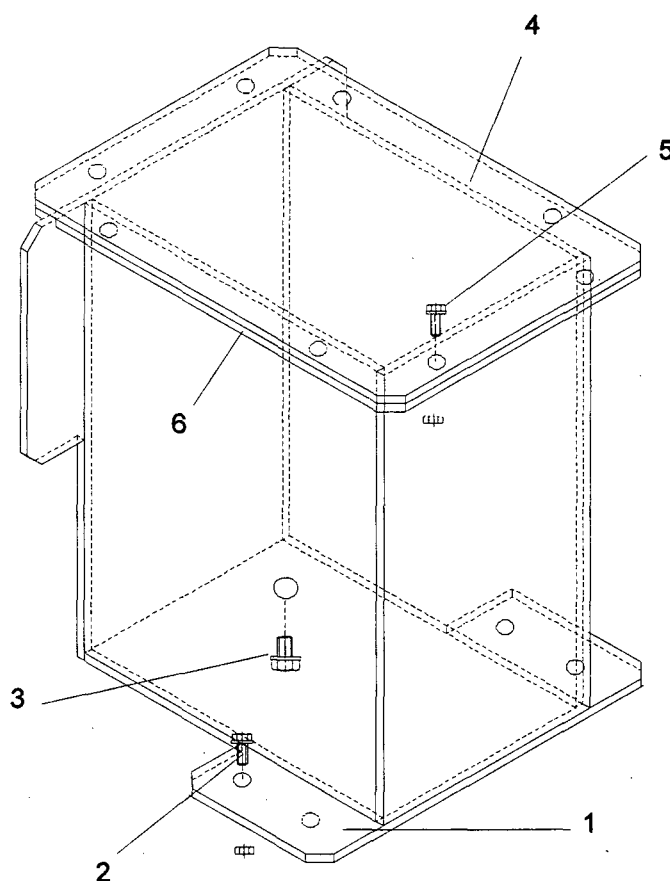


Figura 6.6 - Carcaça da caixa de redução opcional (CX2) .

Na figura 6.7, apresenta-se o trambulador de marchas, o qual é posicionado sobre a tampa da CX2. A mudança das marchas é efetivada transladando-se o eixo (1) de $\phi = 10$ mm sobre os mancais de escorregamento (2), onde encontram-se esferas de aço (3) de 2 mm de diâmetro pressionadas por molas (4). Estas esferas se encaixam nos entalhes (5), os quais funcionam como batente para evitar o desengate das marchas. Fixado por meio de chaveta ao eixo (1) está o cubo (6),

onde estão soldadas a alavanca de apoio (7) e garfo (8) responsáveis pela mudança das marchas. A vedação do rasgo por onde passa a alavanca de marchas é efetuado por borrachas presas a tampa e, que funcionam como cortinas, evitando a entrada de impurezas.

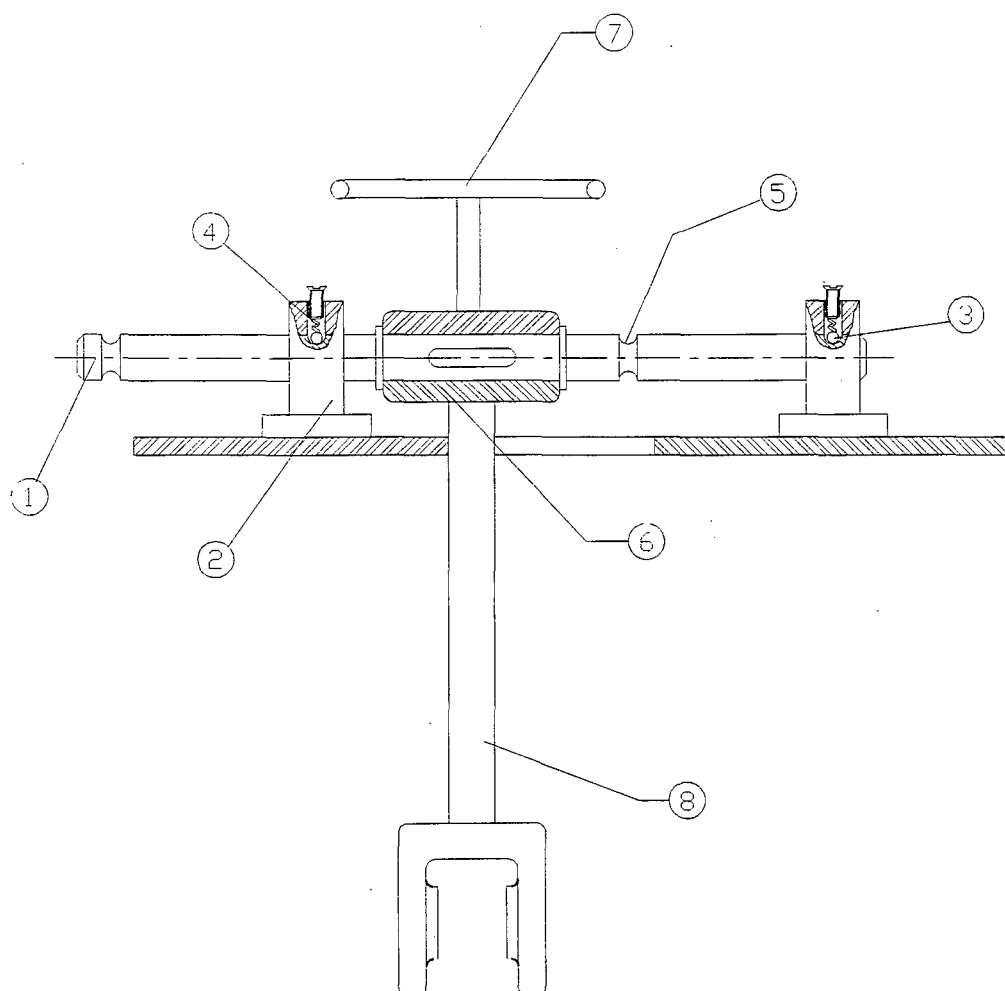


Figura 6.7 - Trambulador de marchas da CX2.

6.4 Transmissão de potência

Neste item, aborda-se em detalhes a cadeia de transmissão de potência para o sistema de preparo de sulcos e dosagem de adubo.

Inicialmente, é detalhada a transmissão de potência para as rodas do microtrator e, em seguida, a transmissão da CX2 até o sistema de preparo e adubação de sulcos.

6.4.1 - Transmissão de potência para as rodas

Como mostrado na figura 6.8, a transmissão de potência para as rodas inicia-se pela roda dentada (1) de passo 12,7 mm e 8 dentes fixada ao eixo de saída da (CX1). Esta roda (1), é então unida por meio de uma corrente de rolos de passo 12,7 mm a roda dentada (2) de 12 dentes, montada no eixo de entrada da CX2. A transmissão para as rodas do microtrator é prosseguida pela roda dentada (3) de 12 dentes e passo 12,7 mm chavetada no eixo de saída da CX2, a qual é ligada pela corrente a roda dentada (4) de 45 dentes, fixada no diferencial do microtrator.

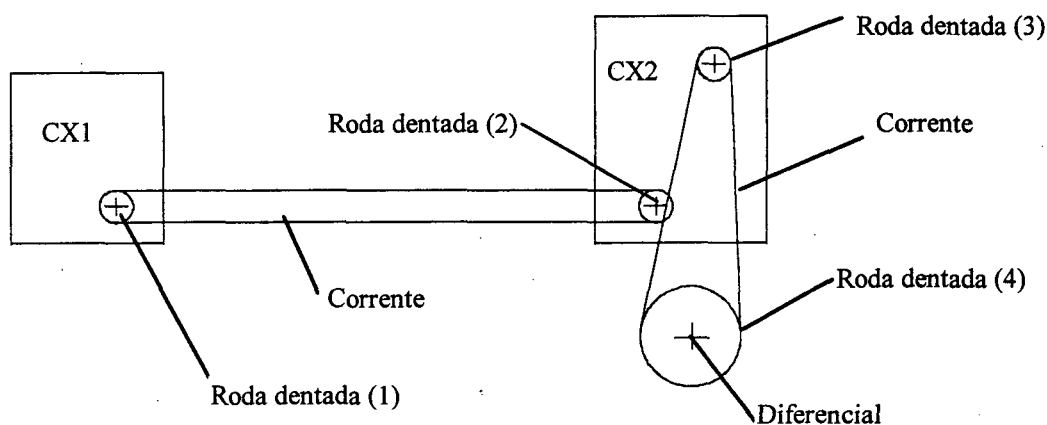


Figura 6.8 - Transmissão detalhada da potência para as rodas do microtrator.

As fotografias representadas nas figuras 6.9 e 6.10, ilustram a montagem da CX2 e a transmissão de potência até as rodas, onde se observa respectivamente uma vista lateral, destacando o posicionamento da CX2 e, em detalhe as correntes de transmissão ligando a CX1 a CX2 e, desta para a roda dentada do diferencial



Figura 6.9 - vista lateral destacando a transmissão de potência para as rodas.

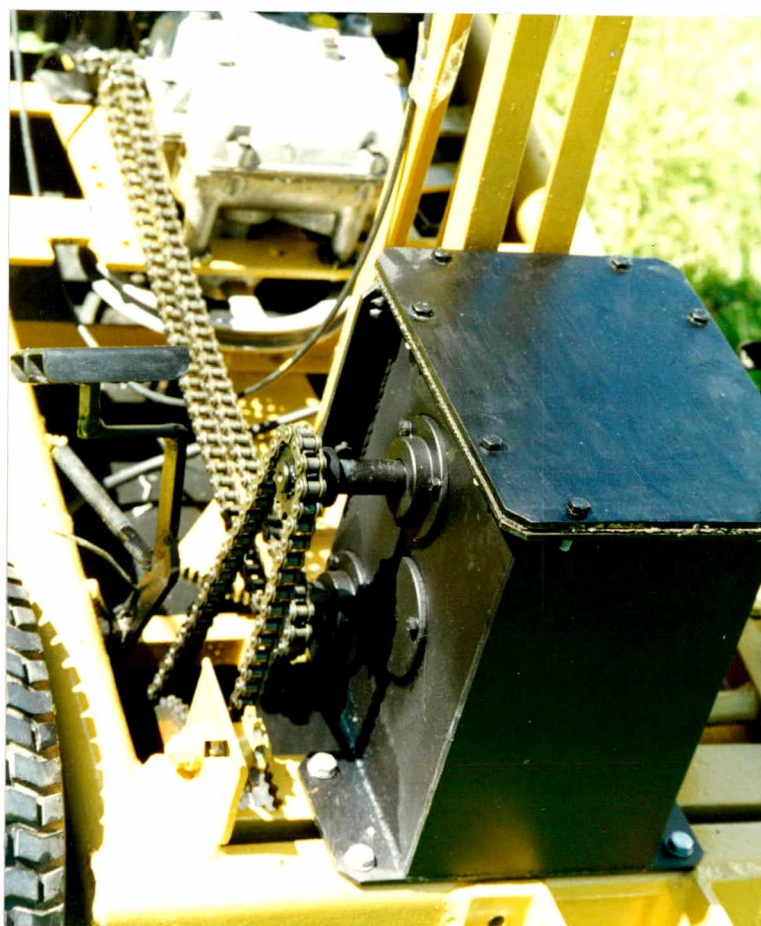


Figura 6.10 - destaque das correntes de transmissão de potência.

6.4.2 - Transmissão para o preparo e adubação de sulcos

Como ilustrado na figura 6.11, a transmissão de potência para o preparo e adubação de sulcos parte da polia (5) de diâmetro 70 mm por uma correia GOODYEAR A-44 para a polia (6) de diâmetro 110 mm, fixada no eixo intermediário, o qual é montado no sistema estrutural.

Neste eixo intermediário, estão fixadas as rodas dentadas (7) e (9), de 12 dentes e passo 12,7 mm e 10 dentes com passo 9,525 mm, respectivamente.

Para o preparo de sulcos, a transmissão é feita por uma corrente de rolos de passo 12,7 mm ligando a roda dentada (7) a roda dentada (8) de 14 dentes. A rotação para o eixo do dosador é também transmitida por uma corrente de rolos de passo 9,525 mm que une a roda dentada (9) a roda dentada (10) de 48 dentes.

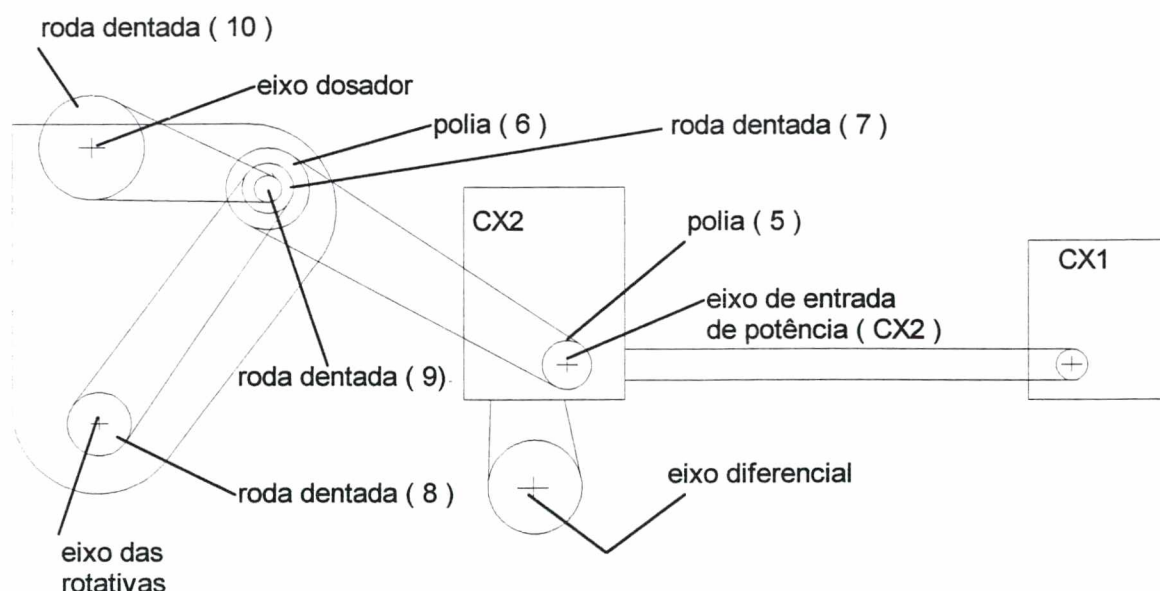


Figura 6.11 - Transmissão detalhada da potência para o preparo e adubação de sulcos.

Na tabela 6.1, está representada de forma resumida a cadeia de transmissão de potência e as relações de transmissão entre os elementos.

Tabela 6.1 - Cadeia de transmissão de potência para o preparo e adubação de sulcos.

TIPO DE TRANSMISSÃO	CARACTERÍSTICAS
Transmissão por correia em V	$i = 1,6$
polia 5	ϕ 70 mm tipo A
polia 6	ϕ 110 mm tipo A
Transmissão por corrente de rolos	$i = 1,2$
roda dentada 7	12 dentes; $p = 12,7$ mm
roda dentada 8	14 dentes; $p = 12,7$ mm
Transmissão por corrente de rolos	$i = 4,8$
roda dentada 9	10 dentes; $p = 9,525$ mm
roda dentada 10	48 dentes; $p = 9,525$ mm

Na figura 6.12, está representado um corte longitudinal da montagem do eixo intermediário (1), sendo este construído em aço ABNT 1045 e apoiado a dois rolamentos de esferas (SKF 6205-2RS1) (2), os quais estão internos ao suporte (3) que, por sua vez, é fixado por três parafusos M10 (4), a chapa de aço ABNT 1020 (5) de 5 mm de espessura soldada no sistema estrutural.

Na extremidade esquerda do eixo está montada a roda dentada (6) de 12 dentes e passo 12,7 mm, a qual transmite potência para o preparo de sulcos. Na extremidade direita, estão fixadas a polia (7) de 110 mm de diâmetro, que recebe potência do eixo de entrada da CX2 e, a roda dentada (8) de 10 dentes e passo 9,525 mm, que transmite movimento de rotação ao eixo do dosador de adubo.

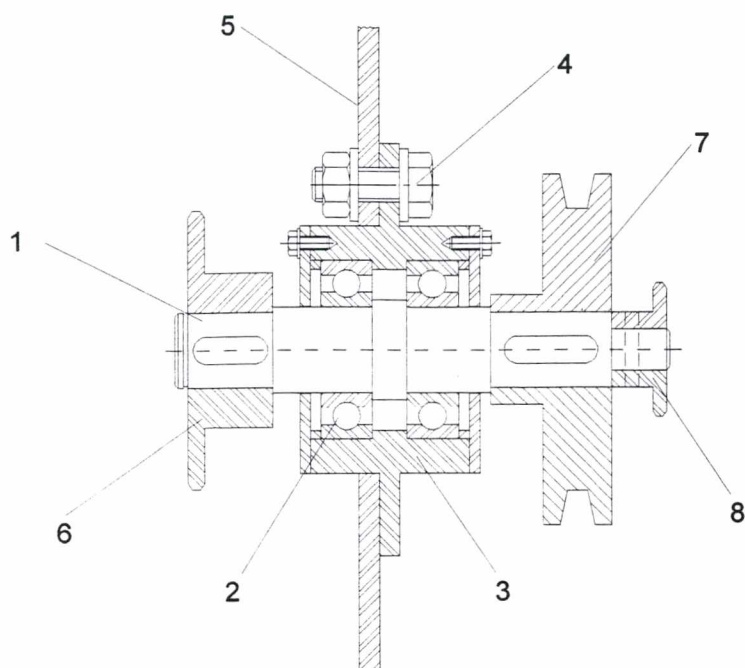


Figura 6.12 - Eixo intermediário de transmissão de potência.

6.5 - Sistema estrutural

Como mostrado na figura 6.13, o sistema estrutural foi construído em perfil tubular de aço ABNT 1020 de diâmetro 33 mm e espessura de parede 3 mm, sendo dividido em 3 peças que após dobramento, foram unidas por soldagem TIG.

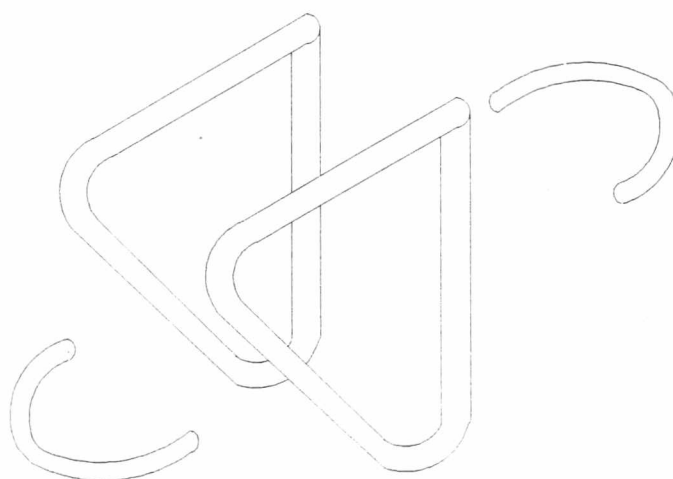


Figura 6.13 - Estrutura do implemento explodida.

Na figura 6.14, apresenta-se o sistema estrutural após a sua construção. Observa-se na parte inferior as chapas onde se alojam os suportes de rolamentos do eixo das rotativas. Na parte superior traseira, nota-se a chapa onde é montado o suporte de rolamentos do eixo intermediário. Finalmente, na parte superior frontal observa-se a chapa na qual é fixado o dosador de adubo. Estas chapas são de aço ABNT 1020 com 6 mm de espessura e soldadas a estrutura por soldagem TIG.

É interessante colocar que a chapa esquerda inferior apresenta o furo de alojamento dos suportes de rolamentos, na forma de meia circunferência. Esta configuração teve como objetivo facilitar o processo de montagem do eixo das rotativas, como verificou-se na montagem do conjunto em laboratório. Com esta forma, tornou-se possível dividir em duas etapas a montagem do sistema de preparo de sulcos.

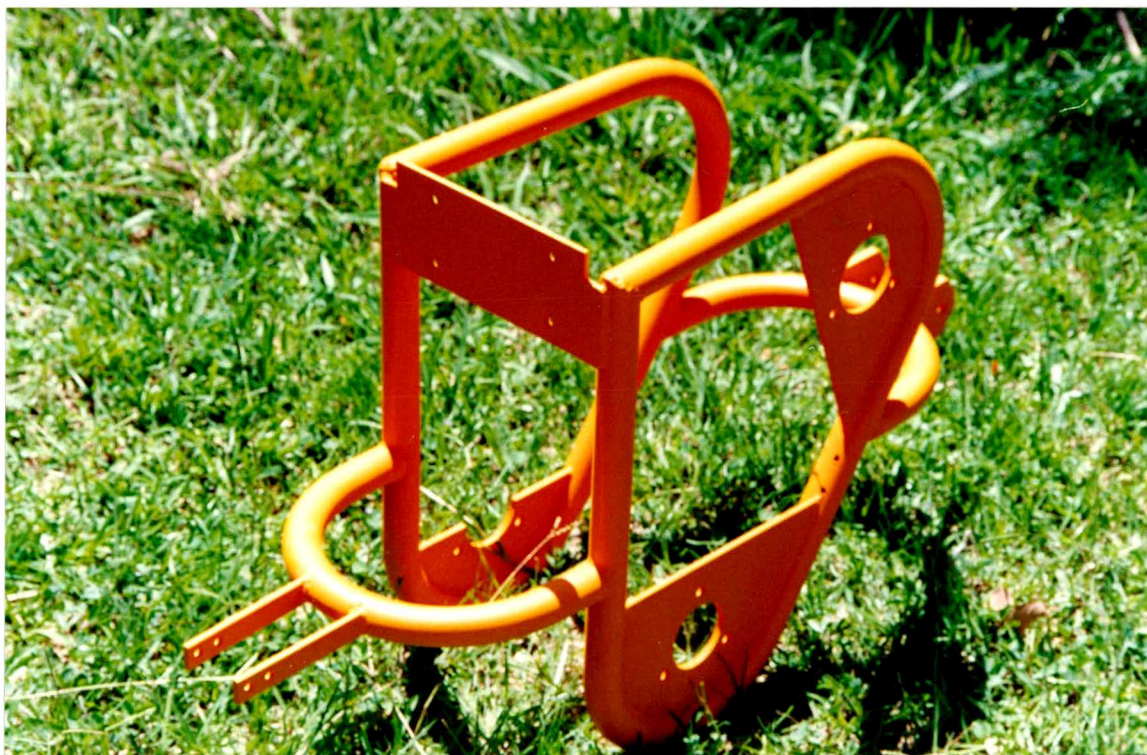


Figura 6.14 - Sistema estrutural do implemento .

A figura 6.15, destaca no lado esquerdo a peça de articulação, a qual une o sistema estrutural ao microtrator, proporcionando o movimento basculante. E no lado direito, está em destaque as barras onde é montada a roda de suporte mostrada na figura 6.16, a qual possui movimento de rotação livre para facilitar o tráfego na lavoura e ainda, um sistema de regulagem de altura por meio de um parafuso sem-fim.



Figura 6.15 - Estrutura do implemento.

6.5 - Protótipo completo

O protótipo do implemento para abertura e adubação de sulcos desenvolvido neste trabalho é apresentado em sua forma completa na figura 6.16. Pode-se observar que o implemento apresenta uma forma compacta e robusta, onde os elementos de transmissão de potência estão arranjados de modo a proporcionar uma operação segura durante o trabalho no campo.



Figura 6.16 - Protótipo completo montado ao microtrator.

CAPÍTULO VII

TESTES DO PROTÓTIPO

Finalizada a construção do protótipo, o mesmo foi submetido a testes de laboratório e de campo.

Nos testes de laboratório, o protótipo foi testado sem a presença de carga no sistema de abertura de sulcos. Em se tratando dos testes de campo, foram efetuados dois testes. No primeiro teste, o implemento foi testado sem a implementação do esticador da correia que transmite potência entre a CX2 e o eixo intermediário e, no segundo teste, onde obteve-se os melhores resultados, o protótipo foi testado com o esticador da correia instalado.

7.1 - Teste de laboratório

Com o intuito de avaliar preliminarmente o protótipo construído, este foi inicialmente testado no Laboratório de Projeto e submetido a análise dos seguintes aspectos:

- desempenho da transmissão de potência entre a CX1 e a CX2;
- verificação da transmissão de potência para o preparo e adubação de sulcos;
- avaliação do comportamento dos elementos da CX2;
- observação do regime de rotação do motor e sua influência no comportamento da transmissão de potência para o eixo das rotativas e dosador de adubo.

7.1.1 - Procedimento para o teste de laboratório

O protótipo foi acoplado ao microtrator e, em seguida, este conjunto foi suspenso em quatro pontos de apoio, ficando o implemento e o trator alinhados em um mesmo plano horizontal. Desta forma, a cadeia de transmissão de potência foi

ensaiada sem a presença de carga nas rodas do microtrator e no eixo das rotativas. O microtrator juntamente com o implemento, foram testados para as 10 marchas disponíveis.

Observou-se nos testes de laboratório que o conjunto microtrator/implemento ao permanecer em um mesmo plano horizontal, garantia um bom esticamento da correia que transmite potência entre a CX2 e o eixo intermediário, sem a necessidade da instalação do esticador de correia. Porém, como será descrito no item 7.2, durante a realização do primeiro teste de campo, verificou-se que o desempenho do implemento sem a presença deste esticador de correia foi bastante insatisfatório.

7.1.2 - Resultados do teste de laboratório

a) Quanto a cadeia de transmissão de potência entre os elementos do protótipo, verificou-se a ocorrência de um bom funcionamento em relação a um esticamento adequado das correntes e também uma boa proteção das mesmas. Observou-se também, uma boa precisão de posição entre os elementos de transmissão de potência desde a saída da CX1, passando pela CX2 até os sistemas de preparo e adubação de sulcos.

b) Sobre o comportamento dos eixos e engrenagens da CX2, observou-se o seguinte:

- um engrenamento com boa lubrificação, tanto na relação de transmissão $i=1:1$, quanto para a condição de redução $i=1:9$,
- ausência de vazamento de óleo pela tampa da Cx2 e pelos retentores instalados nos eixos;
- deslizamento suave entre a engrenagem e eixo responsáveis pela troca da marcha rápida para a marcha lenta;
- necessidade de afiação dos dentes das engrenagens para um acoplamento entre as mesmas de forma mais rápida e com maior eficácia.

c) Quanto ao regime de rotação do motor e sua influência na rotação do eixo das rotativas e do dosador de adubo, verificou-se o seguinte aspecto:

- Como visto no item 5.5, utilizou-se como base para a determinação das relações de transmissão entre os sistemas do protótipo, o valor de 2500 rpm considerado por VALDIERO [6], como sendo a rotação de trabalho adequada no motor do microtrator.

Porém, após medições feitas em laboratório no protótipo já construído e montado no microtrator, verificou-se que a rotação do motor oscilava entre 1860 e 2000 rpm, ficando abaixo dos 2500 rpm tomados como base. Em consequência, esta rotação do motor produzia um funcionamento dos sistemas de preparo e adubação de sulcos um pouco fora das especificações de projeto adotadas para a rotação do eixo das rotativas e do dosador de adubo.

7.2 - Testes de campo

7.2.1 - Características do campo de testes

Os testes do protótipo foram desenvolvidos na fazenda da Ressacada, situada no município de Florianópolis e administrada pelo Centro de Ciências Agrárias da UFSC. A área de testes possui um solo tipo areia quartzosa hidromórfica, onde utilizou-se como cobertura vegetal o plantio de milheto, feijão de porco, painço e vegetação nativa. Em parte da área do experimento, utilizou-se também como cobertura vegetal restevras de palha de aveia distribuídas uniformemente sobre o solo, formando um camada de palhada de aproximadamente 7 cm de espessura.

É importante colocar que o período mais adequado para o desenvolvimento dos testes, situava-se na segunda quinzena do mês de Dezembro, quando a cobertura vegetal estava devidamente acamada e dessecada. Porém, devido a grande quantidade de chuvas ocorridas em Florianópolis neste período, os testes foram postergados até a segunda semana de Fevereiro. Como consequência deste atraso, a cobertura vegetal sofreu uma certa deterioração e começou a ocorrer o

rebrotamento da vegetação nativa. Observou-se também, que a umidade do solo estava um pouco acima do usual. Estes fatores conduziram portanto, a condições de solo e cobertura vegetal não propriamente dentro dos padrões normalmente utilizados para o uso deste tipo de implemento no preparo do solo no plantio direto.

Na figura 7.1, apresenta-se uma vista da área de testes. Observa-se a mistura entre a cobertura vegetal dessecada e a vegetação nativa em fase de rebrotamento.



Figura 7.1 - Campo de testes na fazenda da Ressacada - UFSC- Florianópolis.

7.2.2 - Primeiro teste de campo

O primeiro teste de campo foi realizado sem a presença do esticador da correia que transmite potência entre a CX2 e o eixo intermediário. Observou-se durante os testes, que o implemento ao acompanhar as ondulações comumente encontradas no terreno, apresentava uma folga bastante acentuada na correia, tendo-se como consequência um rendimento operacional insatisfatório, ou seja, as operações de abertura e adubação de sulcos fora dos limites especificados.

Com estas observações, verificou-se que era fundamental a instalação do esticador de correia, para que o implemento satisfizesse plenamente a função principal especificada no projeto, ou seja, as operações de abertura e adubação de sulcos para o transplante de mudas de cebola. Sendo assim, foi realizado um segundo teste de campo com o esticador devidamente instalado.

7.2.3 - Segundo teste de campo

- Parâmetros de testes

Os testes foram realizados para as 10 velocidades disponíveis no microtrator e utilizando-se rotações do eixo das rotativas de 40, 50, 100, 160 e 190 rpm, as quais estão vinculadas as marchas disponíveis na CX1. Para cada uma das marchas preparou-se linhas de cultivo e em seguida, foram avaliados os seguintes parâmetros:

- largura e profundidade média dos sulcos;
- grau de embuchamento de palha no eixo das rotativas;
- corte da cobertura vegetal;
- condições de preparo do solo revolvido;
- contenção do solo nas linhas de plantio;
- desempenho funcional dos sistemas do implemento;
- incorporação do adubo nos sulcos.

7.2.3.1 - Resultados dos testes de campo

a) Largura e profundidade dos sulcos

Após o preparo das linhas, foram efetuadas várias medidas da profundidade e largura dos sulcos, com a finalidade de se obter um valor médio destes parâmetros.

Os resultados médios de 9,5 cm conseguido para a profundidade e 8,5 cm para a largura dos sulcos, encontram-se dentro da faixa dos valores especificados para o transplante das mudas de cebola. Observou-se também que estes valores se mantiveram constantes para a maioria das velocidades de tráfego do microtrator e de rotação do eixo das rotativas. Contudo, os melhores resultados foram observados para as rotações de 160 e 190 rpm no eixo das rotativas. A figura 7.2, apresenta um perfil dos sulcos obtidos.



Figura 7.2 - Detalhe da largura e profundidade dos sulcos preparados.

b) Corte da cobertura vegetal e grau de embuchamento nas rotativas

Verificou-se que para rotações do eixo das rotativas em 160 e 190 rpm e velocidade de tráfego do microtrator de 1,6 e 2,1 m/s, o corte da cobertura vegetal foi efetivo e sem embuchamento nas enxadas. Porém, à medida que se testava para rotações mais baixas do eixo das rotativas (50 e 60 rpm), observou-se um aumento progressivo do embuchamento da palha no conjunto. Isto foi ocasionado principalmente pela baixa velocidade das rotativas, o que ocasionava em vez do

corte da palha um arrasto da mesma pelas facas e, conseqüentemente, um embuxamento ao longo do eixo e das enxadas.

c) Condições de preparo e contenção do solo revolvido

O solo revolvido nas linhas de cultivo, apresentou-se adequadamente preparado para o plantio de vários tipos de hortaliças. Observou-se que o solo se mostrou apropriadamente contido dentro dos limites do sulco, juntamente com uma boa incorporação do adubo e da palha cortada, principalmente para as rotações das enxadas rotativas em 160 e 190 rpm. Contudo, verificou-se que para a rotação do eixo das rotativas de 190 rpm, ocorria um lançamento do solo revolvido fora dos limites do sulco.

Para as rotações de 40, 50 e 100 rpm tanto para o microtrator em marcha lenta quanto em marcha rápida, a abertura dos sulcos e o corte da palha apresentaram-se insatisfatórios.

Na figura 7.3, apresenta-se uma vista dos sulcos preparados. Pode-se observar a adequada contenção e revolvimento do solo dentro das linhas de cultivo.



Figura 7.3 - Detalhe dos sulcos preparados.

d) Desempenho funcional dos sistemas do implemento

Apesar do pequeno número de horas de testes, pôde-se observar que os sistemas do protótipo quando submetidos a carregamento, apresentaram-se com bom desempenho em relação a ausência de falhas mecânicas. Verificou-se a ausência de empenamento nos eixos, bom esticamento das correntes, boa rigidez do sistema estrutural e ausência de rompimento de cordões de solda.

Verificou-se também que o esticador da correia, mostrou-se eficaz e manteve um bom tensionamento da correia em todas as velocidades de deslocamento do microtrator.

e) Incorporação do adubo nos sulcos

A deposição do adubo no solo, antes da abertura dos sulcos, mostrou-se efetiva, o que foi caracterizado pela ótima incorporação do adubo ao solo revolvido nas linhas de cultivo. Sobre a dosagem da vazão adequada, esta não pôde ser precisamente analisada em virtude do exposto no item 7.1.2 (c). Observou-se também, que a roda de suporte encontrava-se muito próxima da mangueira direcionadora de adubo, o que ocasionava um contato do adubo com a roda, antes deste atingir o solo.

7.2.3.2 - Conclusões sobre os testes realizados

Após a realização do segundo teste de campo, pôde-se obter algumas conclusões a respeito dos resultados. Verificou-se que estes não estão totalmente de acordo com a literatura.

Segundo BERNACKI *et alli* [12], para conjunto de rotativas onde se tem três enxadas em um plano de corte, existe uma relação entre a velocidade linear das rotativas (u) e a velocidade linear de deslocamento do implemento (V), representada por u/V . Para valores desta relação menores que 2,5, a abertura dos sulcos é

insatisfatória e, para valores de $u/v \geq 2,5$, obtém-se uma efetiva operação de abertura de sulcos.

Neste trabalho, considerando-se a existência de quatro enxadas no eixo e que a diferença do consumo de energia em relação ao caso com três enxadas é insignificante, como observado no item 5.3, não foi observado nenhum limite da relação u/v que determinasse um melhor ou pior desempenho do conjunto de enxadas rotativas. Observou-se que tanto para o deslocamento do microtrator nas marchas lentas com a relação u/v variando de 16,7 a 22,7, quanto para o microtrator trafegando nas marchas rápidas com a relação u/v variando entre 2,06 a 2,78, o desempenho do implemento foi bastante satisfatório.

Conclui-se assim, que o fator determinante para uma eficiente abertura e adubação dos sulcos juntamente com um bom corte da cobertura vegetal, é a utilização de altas rotações no eixo das enxadas rotativas. Para o caso do implemento deste trabalho, obteve-se os melhores resultados para as rotações das enxadas de 160 e 190 rpm, independente da velocidade do microtrator.

7.3 - Recomendações para reprojeto

Neste item, são discutidos e listados os possíveis pontos de reprojeto do implemento. A finalidade é propor alternativas de concepção que otimizem o desempenho funcional do implemento de abertura e adubação de sulcos.

a) Sistema estrutural

- Como discutido no item 5.5, a CX2 encontra-se centralizada no chassi do microtrator. Com este posicionamento da CX2, a localização do implemento ficou um pouco fora do centro do chassi do microtrator e, este fato, pode causar problemas quando da instalação da transplantadora na parte traseira do microtrator. Sugere-se

portanto, que o implemento seja posicionado no centro do chassi, com a finalidade de facilitar a posição relativa entre transplantadora/implemento.

- Durante os testes, observou-se que o adubo escoado em direção ao solo chocava-se contra a roda de suporte e, conseqüentemente, era lançado um pouco para as laterais do sulco. Aconselha-se como alternativa para solucionar este problema, aumentar o comprimento das barras de sustentação da roda de suporte, juntamente com um aumento no comprimento da mangueira direcionadora do adubo até cerca de 7 cm acima do solo.

- Observou-se que para rotação das rotativas de 190 rpm, o adubo era lançado para as laterais do sulcos. Sendo assim, torna-se necessário a instalação de uma “saia” na parte traseira do pára-lama, para que o solo seja contido nos limites do sulco.

b) Transmissão de potência

Como discutido no item 7.2.3.2, obteve-se os melhores resultados na operação de abertura de sulcos para as rotações de 160 e 190 rpm no eixo das rotativas. Para a atual cadeia transmissão de potência, a recomendação é o aumento da relação de transmissão ($i = 1:1,16$) entre o eixo intermediário e o eixo das rotativas, com a finalidade de melhorar a abertura dos sulcos e o corte da cobertura vegetal, para baixas velocidades de tráfego do microtrator. A mudança aconselhável é a troca da atual relação de transmissão $i = 1:1,16$ para $i = 2:1$. Contudo, testes de campo devem ser desenvolvidos para a verificação da adequacidade desta nova relação de transmissão.

Outra sugestão, considerando-se o futuro reprojeto do microtrator, é que a retirada de potência para o eixo das enxadas rotativas seja efetuado diretamente do motor do microtrator. Desta forma, pode-se garantir que as rotações adequadas no eixo das enxadas para uma efetiva abertura dos sulcos, seja independente da velocidade de tráfego do microtrator.

c) Sistema de levantamento e interface microtrator/implemento

Considerando-se o atual estágio de desenvolvimento do microtrator articulado e como constatado após a construção e montagem do implemento e da CX2, existe falta de espaço físico dentro dos limites estruturais do microtrator para a implementação do sistema de levantamento por meio de cabo e alavanca, como proposto no capítulo IV.

Com base base neste fato e sabendo-se que este mesmo problema também ocorreu durante o desenvolvimento da semeadora-adubadora por covas [17], a sugestão é que no reprojeto do microtrator articulado, seja desenvolvido um sistema de levantamento padronizado para o microtrator. É interessante observar que o desenvolvimento deste sistema de levantamento, seja efetuado conjuntamente com o desenvolvimento de um princípio melhor para a interface entre o microtrator e implemento. Quanto a interface a sugestão é a implementação de um engate em três pontos.

CAPÍTULO VIII

CONCLUSÕES

8.1 - Conclusões gerais sobre o projeto

O desenvolvimento do protótipo do implemento para abertura e adubação de sulcos, mostra como resultado uma máquina esteticamente agradável, compacta e robusta.

Com relação ao real custo do protótipo, este não pôde ser precisamente avaliado, pois para efeito da estimativa do custo total, devem ser considerados entre outros, os custos relacionados ao processo de fabricação, montagem e custos administrativos da empresa. A estimativa de custo dos materiais necessários para a confecção do implemento, foi de aproximadamente US\$ 400,00 .

Sobre o desempenho funcional, ou mais precisamente, a respeito da largura e profundidade dos sulcos preparados, os resultados obtidos no teste de campo apresentaram-se de acordo com as especificações de projeto para estes parâmetros. A preparação dos sulcos, no sentido de um bom revolvimento e contenção do solo dentro da linha preparada, juntamente com uma boa incorporação da cobertura vegetal cortada, também foram satisfatoriamente realizados.

Por fim, conclui-se que o desenvolvimento do projeto do implemento para abertura e adubação de sulcos, atingiu satisfatoriamente a maioria dos objetivos propostos. Contudo, para dar continuidade ao projeto, recomenda-se que as sugestões de reprojeto citadas no item 7.3 sejam implementadas e, que testes de campo sejam efetuados em diferentes tipos de solo e em maior número de horas, objetivando-se avaliar mais profundamente o comportamento do protótipo.

8.2 - Análise crítica da metodologia de projeto

É sabido que o processo de desenvolvimento de um projeto é fundamental para que o produto projetado seja lançado no mercado no menor tempo possível e tenha plena aceitação pelos consumidores.

Durante o desenvolvimento do protótipo do implemento para abertura e adubação de sulcos, pôde-se observar que a metodologia de projeto utilizada conjuntamente com ferramentas de apoio ao projeto, otimizaram muitas decisões sobre a solução conceitual do implemento e, estas decisões refletiram em economia de tempo e esforço nas fases restantes do projeto.

Quanto ao desenvolvimento da matriz morfológica, observou-se que a inclusão de princípios de soluções para funções acessórias, como por exemplo o sistema estrutural e sistema de acionamento do implemento, facilitou bastante a visualização e análise da forma conceitual do implemento.

Outro ponto observado é que torna-se necessário o desenvolvimento de ferramentas para auxílio no projeto para montagem e projeto para fabricação. Sendo que estas ferramentas tenham seu uso bastante difundido durante a fase de projeto conceitual. Para o caso deste trabalho, não foi usada nenhuma ferramenta deste tipo, contudo, foi pensado ainda na fase conceitual sobre a montagem do eixo das enxadas rotativas, o que simplificou bastante o detalhamento do processo de montagem do sistema durante o projeto preliminar.

Verificou-se também, que o emprego da engenharia simultânea é fundamental para o desenvolvimento de qualquer tipo de projeto. Analisando em relação a este trabalho, observou-se que se houvesse um compromisso formal de trabalho em equipe multidisciplinar com agrônomos, com os pequenos produtores rurais, com engenheiros agrícolas e especialistas em fabricação, algumas características funcionais do produto poderiam ter sido identificadas e estudadas ainda durante as fases iniciais do projeto, ou melhor definindo, na ocasião das especificações de projeto e no desenvolvimento do projeto conceitual, resultando finalmente em um produto bem mais próximo do desejo de mercado.

Referências bibliográficas

- [1] DERPSCH, R. - **“Histórico, requisitos, importância e outras considerações sobre plantio direto no Brasil “**, capítulo I, p.1-12. Plantio direto no Brasil. Fundação Cargill, Campinas, 1984.
- [2]. CORRÊA, L.A. e CRUZ, J.C., **“Informe Agropecuário”**, Belo Horizonte, Vol.13, p.46-51, Março de 1987.
- [3] EMPASC - Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária/Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural-SC/ACARESC, **“ Sistema de produção para cebola”**, Santa Catarina (2ª revisão), Florianópolis, 1991.
- [4] SANTOS, G.J. dos, **“Desenvolvimento do Protótipo de uma Plantadora de Mudanças de Cebola”**, dissertação de mestrado, Florianópolis, 1987.
- [5] PRETEL, D.F., **“Desenvolvimento de um Protótipo de uma Máquina Modular para o Plantio de Mudanças de Cebola”**, dissertação de mestrado, Florianópolis, 1989.
- [6] VALDIERO, A.C., **“Desenvolvimento e Construção do Protótipo de um Microtrator Ariculado: Tração e preparo de sulcos”**, dissertação de mestrado, UFSC, Florianópolis, 1994.
- [7] RESENDE, R.C. de, **“Desenvolvimento e construção do Protótipo de um Microtrator Articulado: Módulo Porta Implemento”**, dissertação de mestrado, UFSC, Florianópolis, 1995.

- [8] BALASTREIRE, L.A., **“Máquinas Agrícolas”**, Editora Manole Ltda, São Paulo 1987.
- [9] MANTOVANI, E. C., **“Máquinas e implementos Agrícolas”**, Informe Agropecuário, Vol 13, p. 56-63. Belo Horizonte, Março de 1987.
- [10] DELLAGIUSTINA, D., **“Desenvolvimento do Protótipo de uma Semeadora de Plantio à Tração Animal”**, dissertação de mestrado, UFSC, Florianópolis, 1990.
- [11] WILES, J.C. e YAMAOKA, R.S., **“ Mecanização”**, In.: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ , Londrina, PR. Plantio Direto no Estado do Paraná, p 59-99. Londrina, Paraná 1981.
- [12] BERNACKI, H., HAMAN, J. and KANAFOJSKI, Cz., **“Agricultural machines, Theory and Construction”**, 1972.
- [13] SILVEIRA, G. M. da, **“O preparo do solo: Implementos Corretos”**, 2ª edição, Editora Globo. Rio de Janeiro 1989.
- [14] HAUSER, J.R. and CLAUSING, D.; **“The House of Quality”** , Harvard Business review, May-June, 1988, pp. 63-73.
- [15] PAHL, G. and BEITZ, W., **“ Engineering Design a systematic approach”**, Translated by Pomerans, A. and Wallace, K.; The Design Council, 1988.
- [16] NOVASKI, O. , **“Introdução à engenharia de Fabricação Mecânica”**, Editora Edgard Blucher Ltda., 1994, são Paulo - SP.
- [17] BERTAPELLI, M. V., **“Desenvolvimento do protótipo da semeadora-adubadora por covas”**, dissertação de mestrado, Florianópolis, 1995.

APÊNDICES

APÊNDICE I

DETERMINAÇÃO DA RELAÇÃO DE TRANSMISSÃO TOTAL

APÊNDICE I

I.a) DETERMINAÇÃO DA RELAÇÃO DE TRANSMISSÃO TOTAL

No microtrator são necessárias as velocidade de 270 m/h, para o transplante de mudas de cebola e 3,6 km/h para a semeadura de grãos. Segundo BACK *et alli*¹, a velocidade do trator é calculada segundo a equação:

$$V_r = \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{r_d \cdot n \cdot (1 - e)}{i_{total}}$$

onde: V_r = velocidade do trator (m/s);

r_d = raio dinâmico (m);

n = rotação do motor (rpm);

e = índice de escorregamento $\cong 0,05$;

i_{total} = relação de transmissão total.

Estabelecendo-se que a roda a ser utilizada possui um raio dinâmico de aproximadamente $r_d=20$ cm e a rotação de trabalho do motor $n=2500$ rpm [6] (rotação para o torque um pouco menor que o máximo), pode-se calcular a partir da equação acima que para a velocidade de transplante, a relação de transmissão total é de :

$$i_{total/1} = \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{0,20 \cdot 2500 \cdot (1 - 0,05)}{0,075} \cong 663$$

e para a velocidade de semeadura tem-se:

$$i_{total/2} = \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{0,20 \cdot 2500 \cdot (1 - 0,05)}{1} \cong 50$$

¹ BACK, N., ROSA, E. da, BARCELLOS, C.S. de, NICOLAZZI, L.C., FILHO, A.B., AMANO, N e FORCELLINI, F.A., *Estudo de Viabilidade Técnica de Concepções do Minitrator Agrícola*, Projeto Minitrator Agrícola, UFSC, Florianópolis, 1985

Como a razão entre a relação de transmissão total para o transplante de mudas, $i_{total/1}$, e a relação de transmissão total para a semeadura, $i_{total/2}$, é:

$$\frac{i_{total/1}}{i_{total/2}} = \frac{663}{50} \cong 13$$

torna-se necessária uma caixa de marchas cuja razão entre as reduções na marcha lenta e na rápida fosse pelo menos perto deste valor.

Na página seguinte, apresenta-se a montagem dos elementos da caixa de redução opcional na nova carcaça. Para verificação do primeiro projeto, vide referência bibliográfica[6].

23	PARAFUSO M10	10		COMPRADO
22	PLACA POSTERIOR	01	Aço ABNT 1020	
21	ENGRENAGEM 14 DENT. m=3	01	Aço ABNT 1045	
20	ENGRENAGEM 42 DENT. m=3	01	Aço ABNT 1045	
19	EIXO 3	01	Aço ABNT 1045	
18	EIXO 2	01	Aço ABNT 1045	
17	RETENTOR	02		
16	MANCAL 2	02	Aço ABNT 1020	
15	PARAFUSO M5	24	Aço ABNT 1020	
14	ANEL SEEGER 501.022	03	Aço ABNT 1020	
13	CHAVETA 5X5	01	Aço ABNT 1020	
12	EIXO 2	01	Aço ABNT 1045	
11	CHAVETA 5X5	01	Aço ABNT 1020	
10	CHAVETA 10X6	01	Aço ABNT 1020	
9	CHAVETA 6X6	01	Aço ABNT 1020	
8	CHAVETA 5X5	01	Aço ABNT 1020	
7	ENGRENAGEM 14 DENTES m=3	01	Aço ABNT 1045	
6	EIXO 1	01	Aço ABNT 1045	
5	ENGRENAGEM 14 DENTES m=3	01	Aço ABNT 1045	
4	PLACA DA BASE	01	Aço ABNT 1020	
3	PLACA LATERAL	02	Aço ABNT 1020	
2	ROLAMENTO SKF 6004	06		COMPRADO
1	MANCAL TIPO 1	04	Aço ABNT 1020	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

UFSC

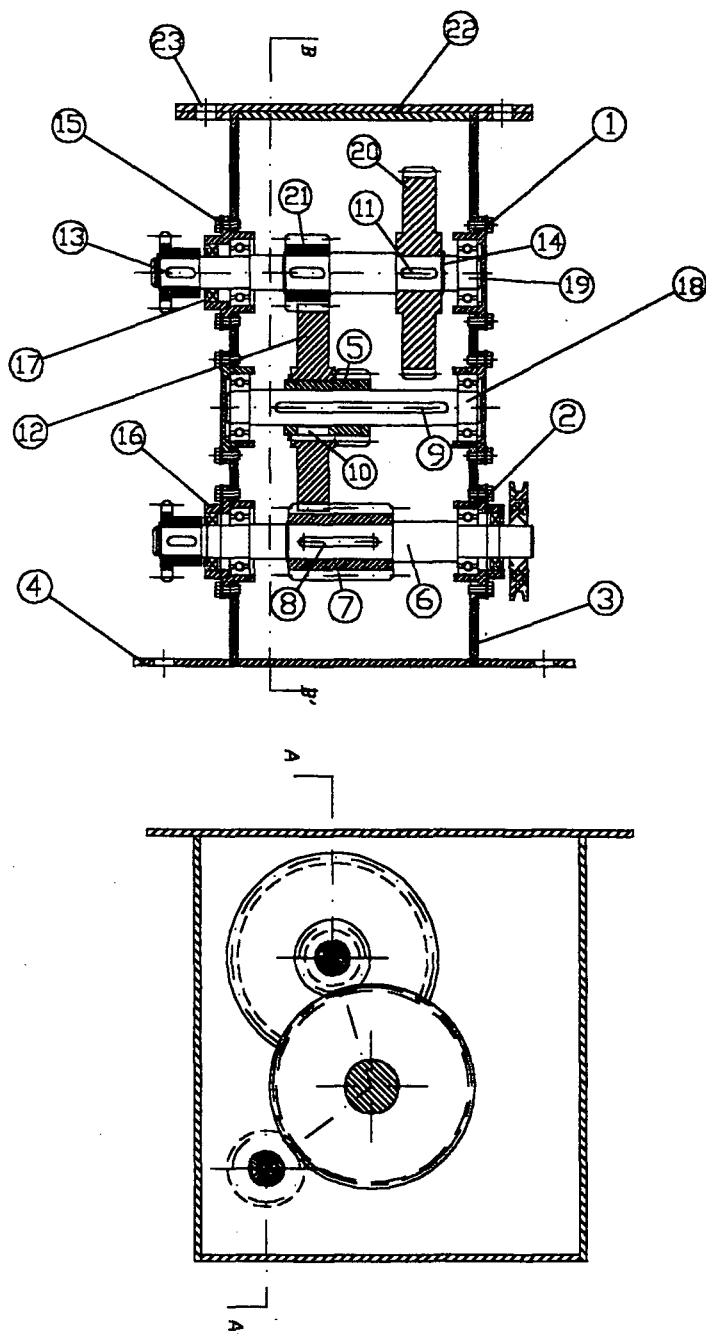
ENGENHARIA MECÂNICA
LABORATÓRIO DE PROJETO



IMPLEMENTO PARA ABERTURA
E ADUBAÇÃO DE SULCOS

SISTEMA CAIXA DE RED. OPCIONAL (CX2)

NOME	WOLFF	DES N°	
DATA		SUBS.POR	
VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
DATA	02/96	UNIDADE	mm
ESCALA	APROV.		



PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL		OBSERVAÇÃO	
UFSC 	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATORIO DE PROJETO IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS SISTEMA CAIXA DE RED. OPCIONAL (CX2)		NOME	PABLO	DES N°	
			DATA		SUBS.POR	
			VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
			DATA	02/96	UNIDADE	mm
			ESCALA	APROV.		

APÊNDICE 2

TESTES DO DOSADOR DE ADUBO

2.a) TESTES DO DOSADOR DE ADUBO

- **Objetivo:** Os testes foram desenvolvidos com o intuito de atingir uma configuração do dosador de adubo que satisfizesse os requisitos agrônômicos de dosagem para a cultura da cebola.

Esta configuração significava determinar o número adequado de canaletas no rotor e a sua respectiva rotação. Para tanto, tornou-se necessário calcular a vazão de adubo, para em seguida montar a bancada de testes.

Utilizou-se os seguintes dados:

- quantidade de adubo por hectare: **aproximadamente 600 kg;**
- tipo de adubo utilizado: **N-P-K (5-20-10);**
- densidade: **1;**
- vel. de deslocamento do trator: **0,075 m/s (270 m/h);**
- distância entre as linhas de cultivo: **0,40 (m);**
- comprimento total de linhas por hectare: **25000 (m);**
- quantidade de adubo por metro linear: $600 \text{ kg} \times 25000 \text{ m} = 24 \text{ g/m}$

Logo, a vazão necessária revelou-se em torno de:

$$\text{veloc. do trator (m/s)} \times 24 \text{ (g/m)} \cong 2,0 \text{ g/s}$$

Como mostrado na figura 2.a.1, o dosador testado possuía um diâmetro externo de 71 (mm), com 15 canaletas de comprimento longitudinal igual a 60 (mm).

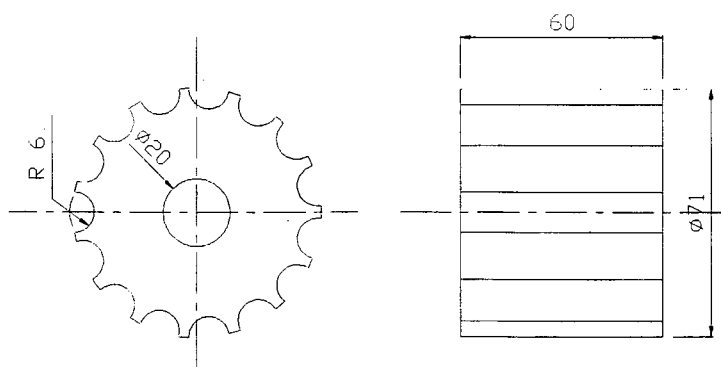


Figura 2.a.1 - Dosador de adubo usado para testes de vazão.

2.b) PROCEDIMENTO PARA TESTE DE VAZÃO

Inicialmente foi montada uma bancada de testes usando-se um torno com rotação da placa de três castanhas ajustada para 50 rpm. Nesta placa, foi fixada uma polia tipo "V" com 60 (mm) de diâmetro. No rotor do dosador de adubo, por sua vez, foram montadas polias de 130 e 200 (mm) de diâmetro, sendo este conjunto fixado no porta-ferramentas do torno.

Objetivando-se atingir a vazão recomendada, ajustou-se a rotação do rotor do dosador em 25 e 15 rpm, através da montagem dos conjuntos de polias 60-130 (mm) e 60-200 (mm), respectivamente. A transmissão de potência entre as polias instaladas no torno e no dosador foi por meio de correia tipo "v".

Posteriormente, foram executadas um total de 16 séries para os testes de vazão, onde cada uma das séries era composta de 3 medições, sendo o tempo de coleta de adubo de 20 segundos. Em seguida, fazia-se a pesagem do adubo em balança digital e, então, calculava-se a vazão. Este procedimento foi executado para as rotações de 15 e 25 rpm, individualmente.

2.c) RESULTADOS

Na tabela 2.c.1, mostram-se os resultados de vazão (g/s) obtidos nas oito primeiras séries de testes. Utilizou-se uma variação da portinhola reguladora de vazão ajustada para 10, 20 e 30 mm de abertura, mantendo-se constante o comprimento longitudinal da canaletas do rotor (60 mm). Cada um destes ajustes foi testado para as rotações do rotor de 15 e 25 rpm. Inicialmente, testou-se para 15 canaletas abertas e em seguida, para 8, 5 e 3 canaletas abertas. O preenchimento das canaletas foi feito utilizando-se massa plástica automotiva.

Tabela 2.c.1 - Dados de vazão (g/s) obtidos com o uso da portinhola de controle e canaletas com 60 mm de comprimento longitudinal.

AJUSTE DA PORTINHOLA (ABERTURA DAS CANALETAS) mm						
rotação (rpm) Nº de canaletas	30		20		10	
	25	15	25	15	25	15
15 abertas	18,20	12,40	14,00	9,30	9,97	6,60
8 abertas	12,20	7,47	9,00	5,80	6,70	4,70
5 abertas	8,47	5,62	7,10	4,70	5,90	3,90
3 abertas	7,30	5,11	5,70	3,60	4,81	3,20

Após a análise destes dados, verificou-se que a vazão ainda se encontrava acima do valor adequado. Observou-se que a portinhola controladora não garantia uma boa precisão de dosagem para aberturas inferiores a 10 mm e, que ocorria escoamento de adubo através da folga existente entre o rotor e a carcaça do dosador. Notou-se também, que mantendo-se constante o comprimento longitudinal das canaletas (60 mm) e apenas diminuindo o número destas no rotor, não se obtinha uma diminuição considerável na vazão de adubo.

Por isso, decidiu-se eliminar o uso da portinhola para o controle de vazão e adotou-se o preenchimento longitudinal das canaletas com massa plástica, para representar o papel da portinhola controladora nos ajustes de 30, 20 e 10 mm de abertura.

Na figura 2.c.2, ilustram-se as canaletas do rotor preenchidas com a massa e, na tabela 2.c.3, os resultados dos testes para estas condições.

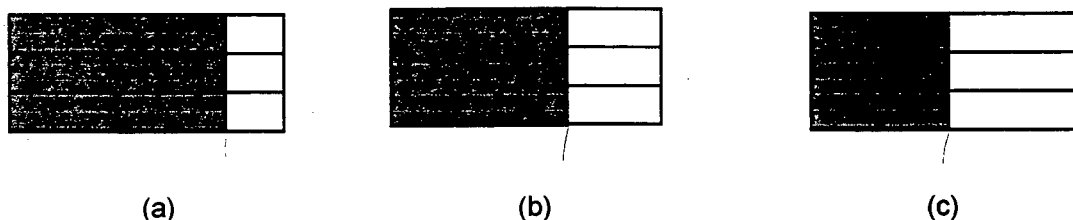


Figura 2.c.2 - (a) - Vista superior do rotor representando canaletas com 10 mm de abertura, (b) - 20 mm, (c) - 30 mm.

Tabela 2.c.3 - Dados de vazão (g/s) obtidos sem portinhola controladora e com canaletas preenchidas por massa plástica.

		Canaletas preenchidas (representando o ajuste da portinhola) mm					
		30		20		10	
Nº canaletas	rotação (rpm)	25	25	25	15	25	15
	15 abertas	14,51	9,30	10,40	6,80	7,50	4,80

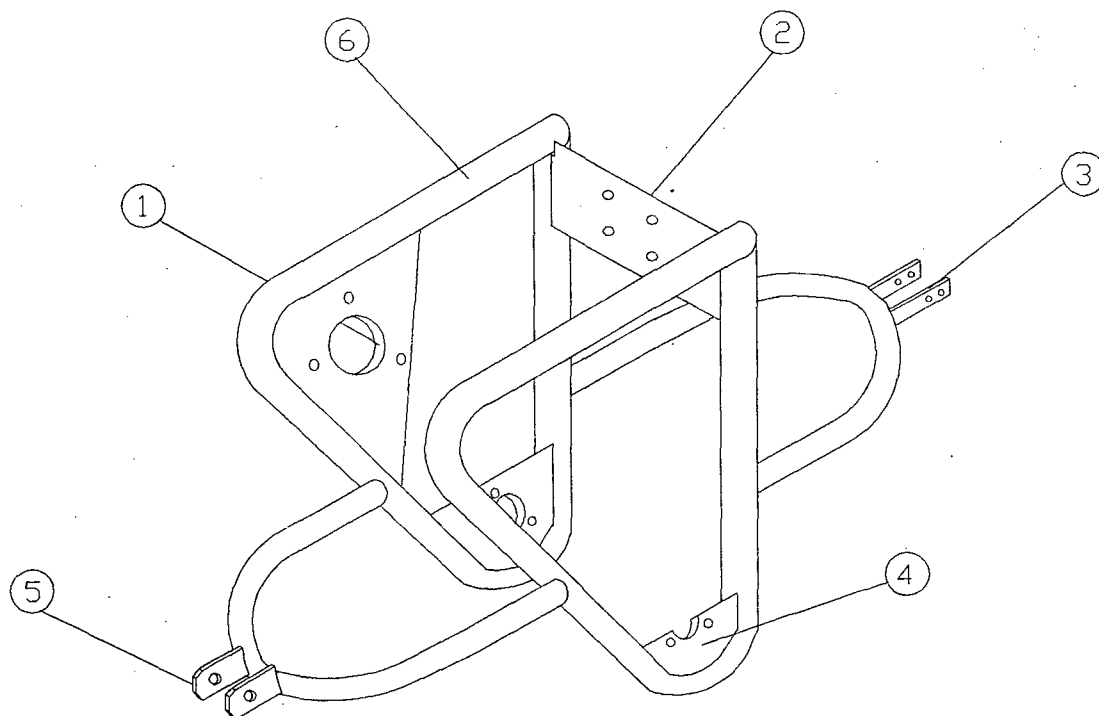
Verificou-se que, embora eliminando-se a portinhola controladora e preenchendo-se as canaletas com massa plástica, a vazão de adubo permanecia acima do valor recomendado.

Após mais alguns testes, observou-se que a configuração do rotor com quatro canaletas de comprimento longitudinal 15 mm e a rotação regulada para 15 rpm, satisfaziam os requisitos de vazão para a cultura da cebola (2,0 g/s).

A representação do dosador com esta nova configuração é mostrada, em sua forma detalhada, no apêndice 3 (desenhos detalhados do implemento para abertura e adubação de sulcos).

APÊNDICE 3

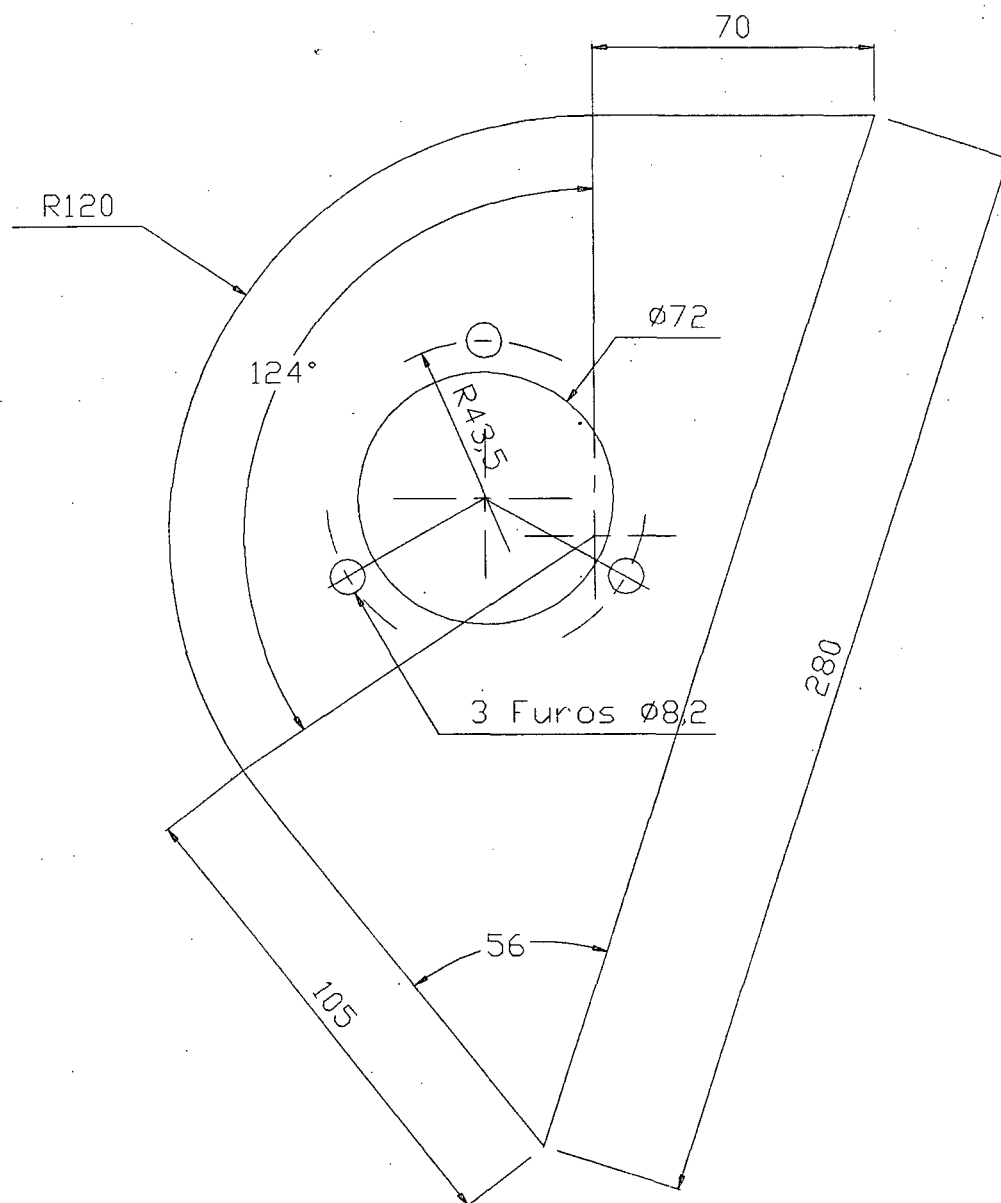
DESENHOS DETALHADOS DO IMPLEMENTO



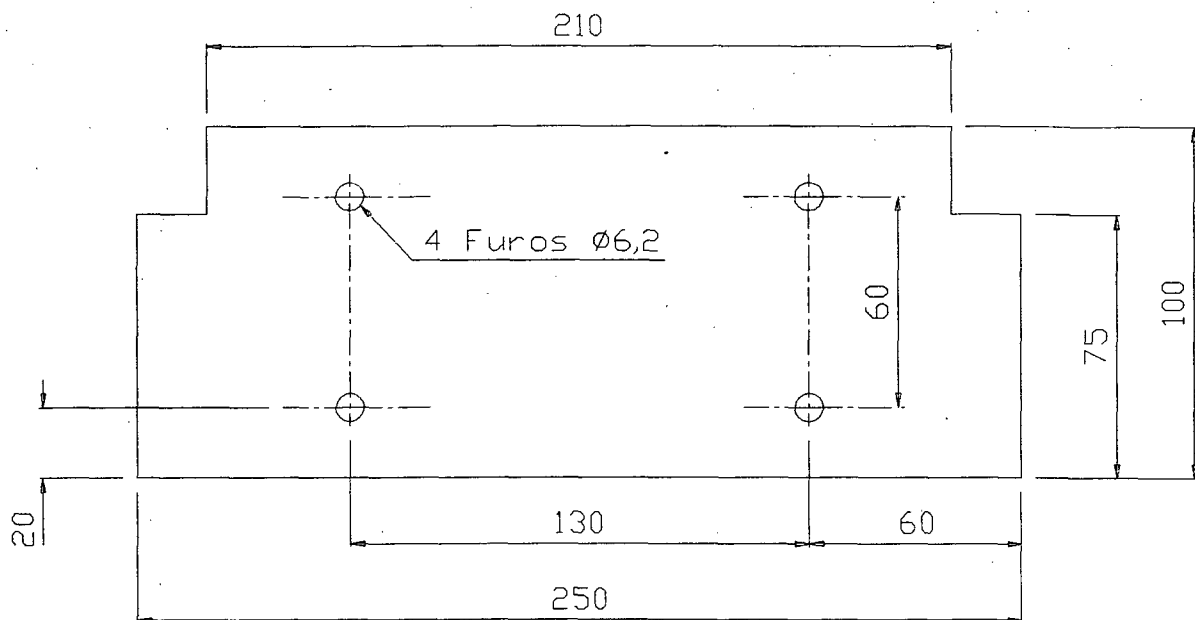
6	ESTRUTURA Ø33	01	Aço ABNT 1020	
5	PLACA ENGATE MICROTRATOR	02	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 4
4	PLACA SUPORTE ENXADA-ROT.	02	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 4
3	PLACA ENGATE RODA FRONT.	02	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 4
2	PLACA SUPORTE DO DOSADOR	01	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 4
1	PLACA SUPORTE EIXO-INTER.	01	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 4

	SUBCONJUNTO SIST. ESTRUT.			
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

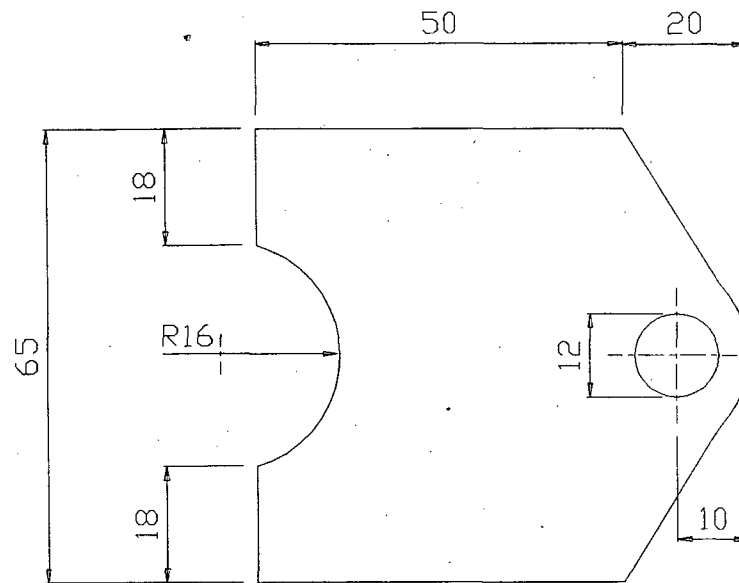
UFSC 	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS SISTEMA ESTRUTURAL	NOME	WOLFF	DES N°	
		DATA		SUBS.PDR	
		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
		DATA	02/96	UNIDADE	mm
		ESCALA	APROV.		



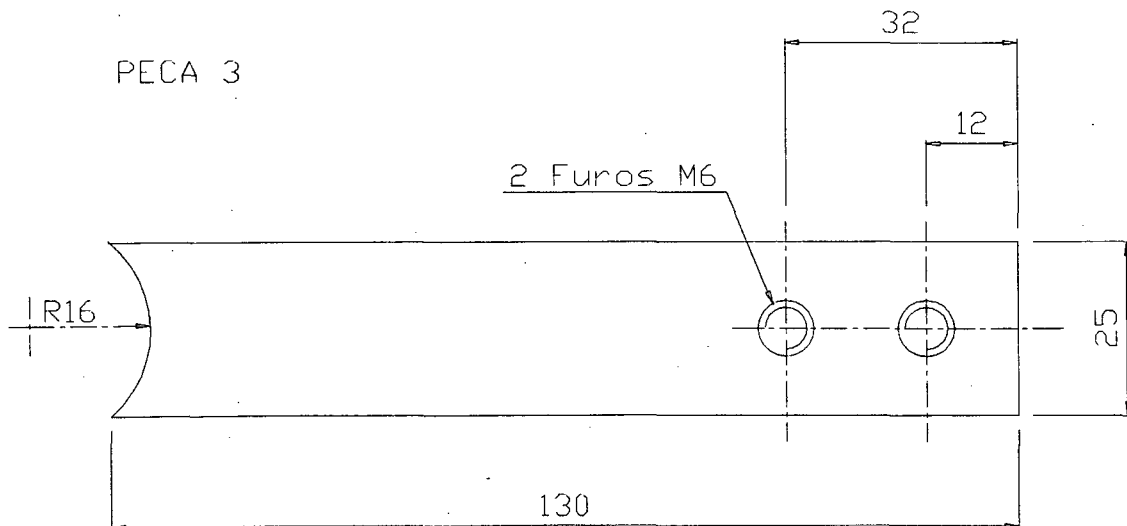
1	PLACA SUPORTE EIXO-INTER.	01	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 4	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO	NOME	WOLFF	DES N°	
		DATA		SUBS.POR	
		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
		DATA	02/96	UNIDADE	mm
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS	ESCALA	APROV.		
	SISTEMA ESTRUTURAL				



2	PLACA SUPORTE DO DOSADOR	01	ACO ABNT 1020	ESPESSURA 4
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO	NOME	WOLFF	DES N°
		DATA		SUBS.POR
		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
		DATA	02/96	UNIDADE
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS	ESCALA	APROV.	
	SISTEMA ESTRUTURAL			

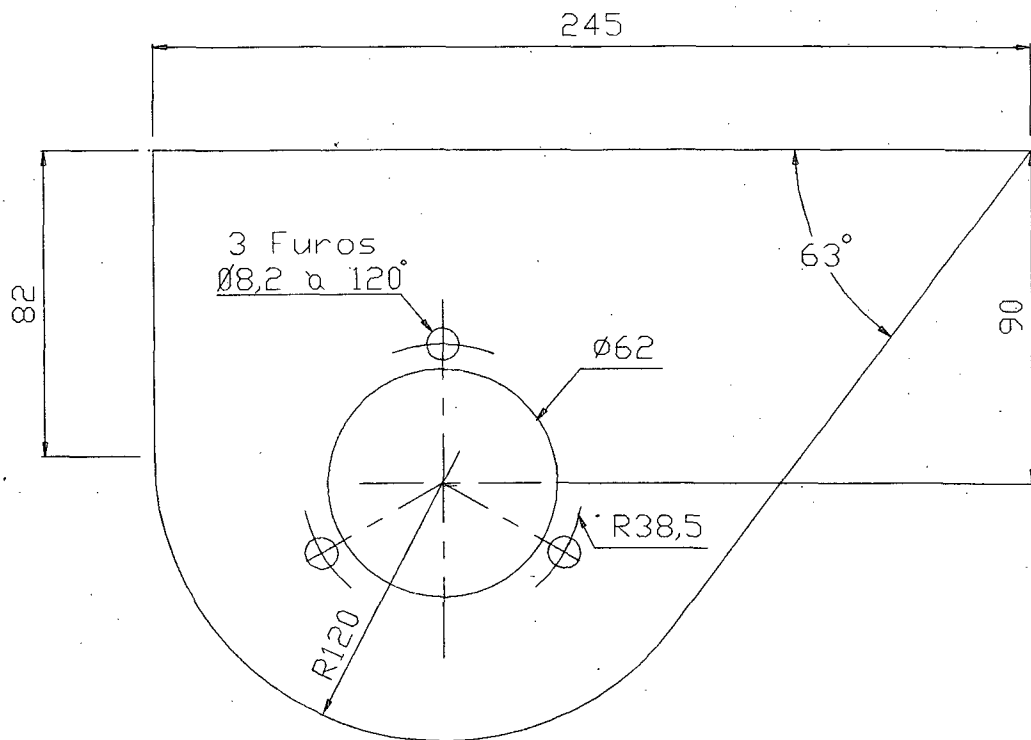


PEÇA 5

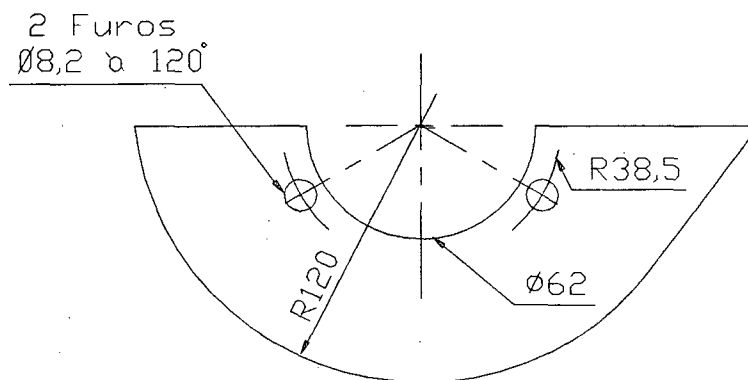


PEÇA 3

5	PLACA ENGATE MICROTRATOR	02	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 8
3	PLACA ENGATE RODA FRONT.	02	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 4
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC			NOME	WOLFF
ENGENHARIA MECÂNICA			DATA	DES N°
LABORATÓRIO DE PROJETO			VISTO	SUBS.POR
			AMORIM	EM SUBS.DE
			DATA	02/96
			ESCALA	UNIDADE
SISTEMA ESTRUTURAL			APROV.	mm

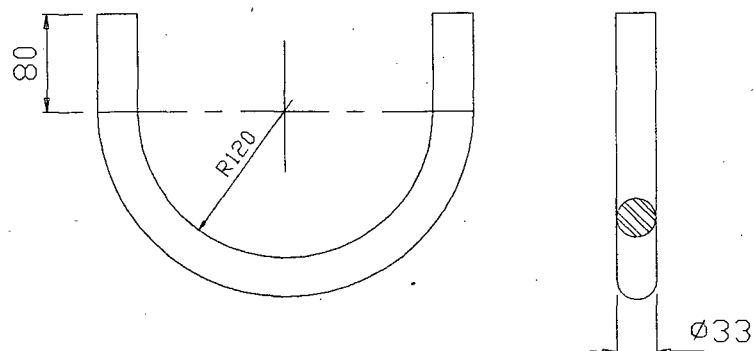


PLACA 4A

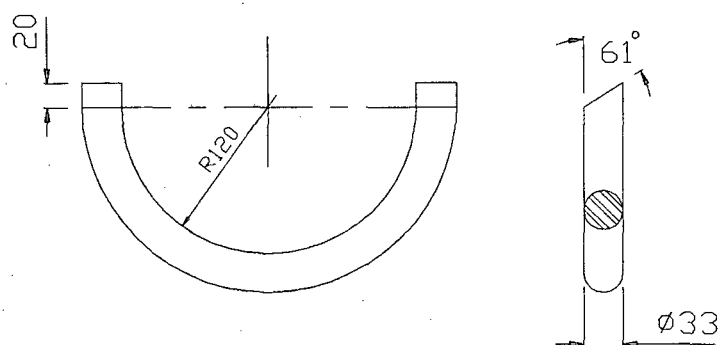


PLACA 4B

4B	PLACA SUPORTE ENX. (DIR.)	01	Aco ABNT 1020	ESPESSURA 4		
4A	PLACA SUPORTE ENX. (ESQ.)	01	Aco ABNT 1020	ESPESSURA 4		
4	PLACA SUPORTE ENX. ROTAT.	01	Aco ABNT 1020	ESPESSURA 4		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO		
UFSC			NOME	WOLFF	DES N°	
			DATA		SUBS.POR	
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
			DATA	02/96	UNIDADE	mm
	SISTEMA ESTRUTURAL		ESCALA	APROV.		

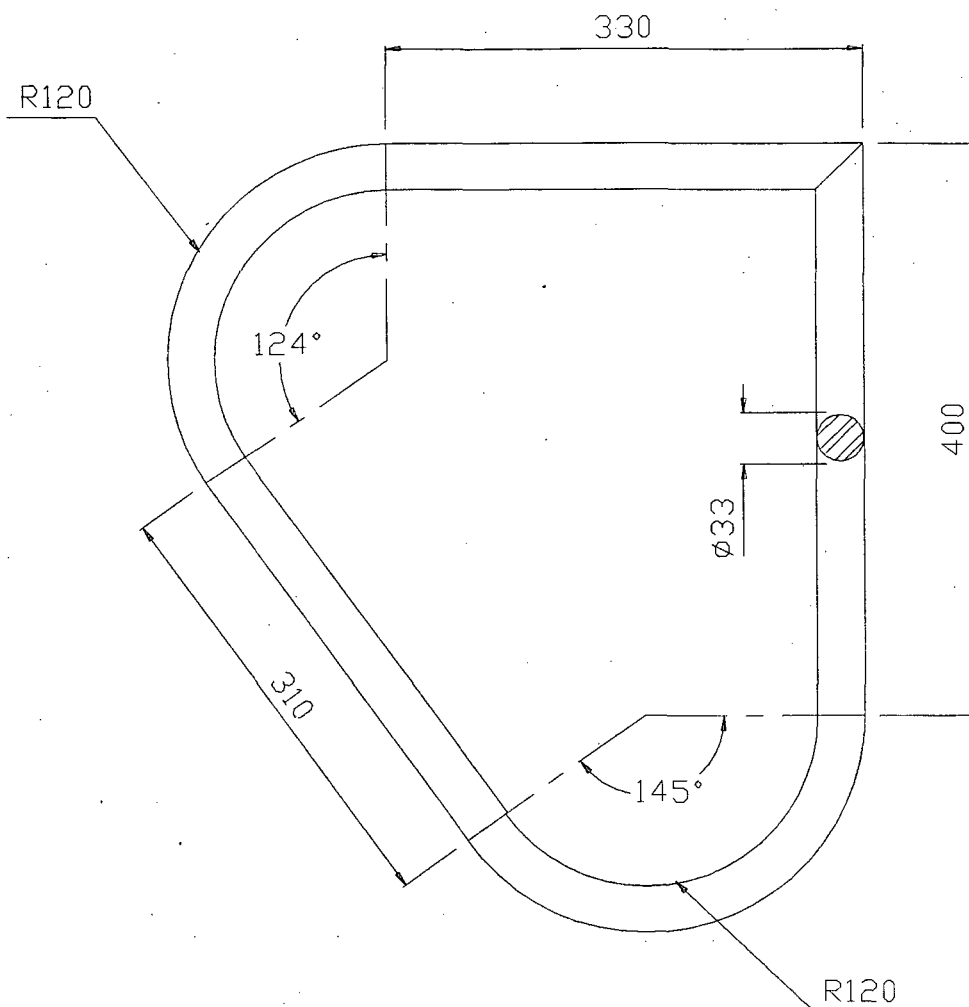


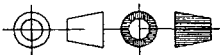
PECA 6A

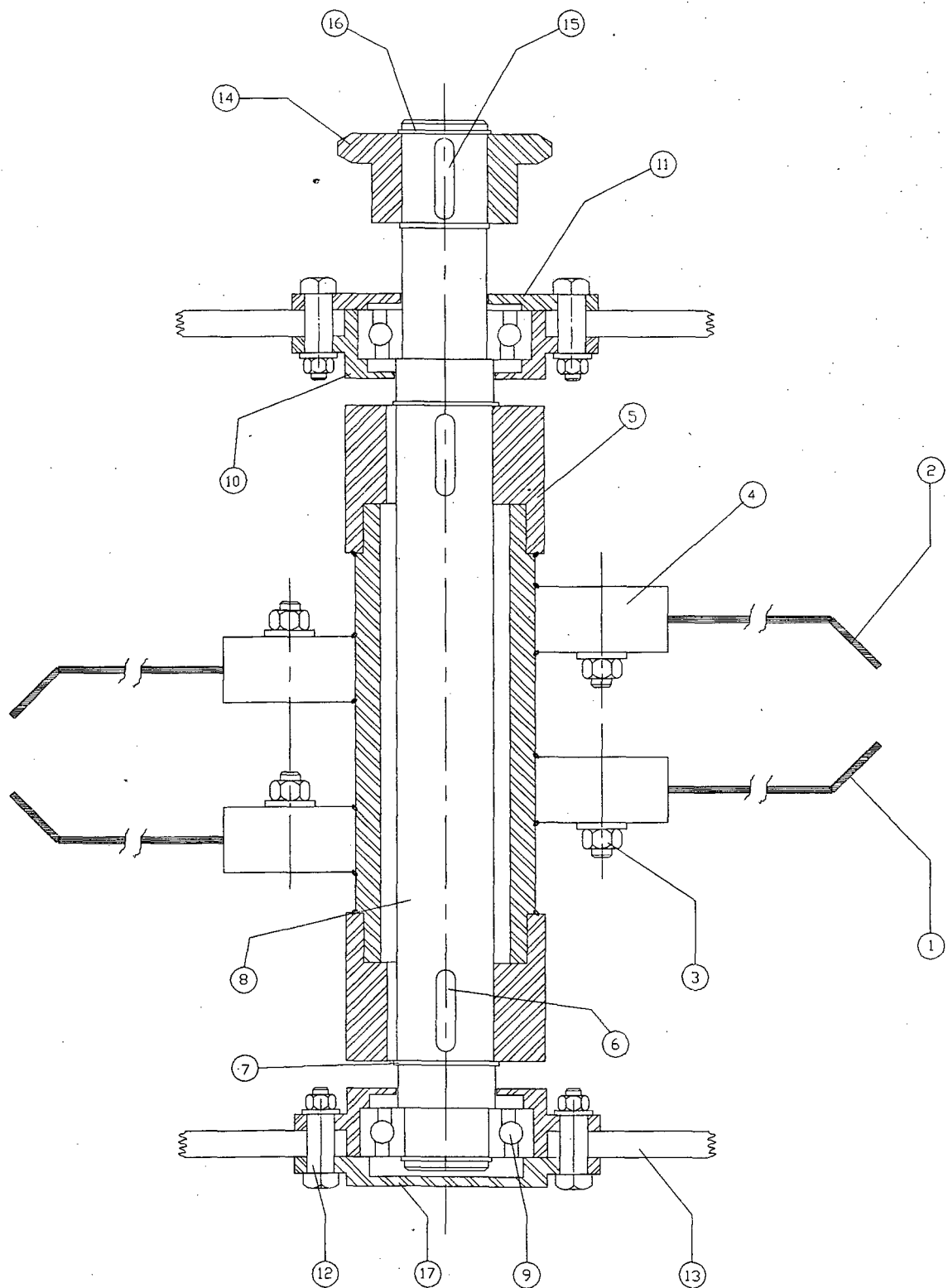


PECA 6B

6B	PECA TRASEIRA	01	Aço ABNT 1020	
6A	PECA ANTERIOR	01	Aço ABNT 1020	
6	ESTRUTURA			
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO			NOME	WOLFF
LP IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS SISTEMA ESTRUTURAL			DES N°	
			DATA	SUBS.POR
			VISTO	AMORIM
			EM SUBS.DE	
			DATA	02/96
			UNIDADE	mm
			ESCALA	APROV.



6C	PEÇA CENTRAL	02	Aço ABNT 1020			
6	ESTRUTURA					
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO		
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°	
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR	
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
			DATA	02/96	UNIDADE	mm
	SISTEMA ESTRUTURAL		ESCALA	APROV.		



SUBCONJUNTO ENXADA ROT.		01				
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO		
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°	
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR	
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
	E ADUBAÇÃO DE SULCOS		DATA	02/96	UNIDADE	mm
	SISTEMA DE PREPARO DE SULCOS		ESCALA	APROV.		

17	TAMPA EXT. CEGA MANCAL	01	Aço ABNT 1020	
16	ANEL SEEGER $\varnothing 25$	02		COMPRADO
15	CHAVETA 6X6	01	Aço ABNT 1020	
14	RODA DENTADA 14 DENTES	01	Aço ABNT 1020	PASSO 12,70
13	PLACAS SUPORTE	02	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 6
12	PARAFUSO M10	06		COMPRADO
11	TAMPA EXT. VAZ. MANCAL	01	Aço ABNT 1020	
10	TAMPA INT. DO MANCAL	02	Aço ABNT 1020	
9	ROLAMENTO DE ESFERAS	02	SKF 6205 2RS1	COMPRADO
8	EIXO	01	Aço ABNT 1045	
7	ANEL SEEGER $\varnothing 29$	02		COMPRADO
6	CHAVETA 6X6	02	Aço ABNT 1020	
5	CUBO	01	Aço ABNT 1020	
4	ENCAIXE PARA LAMINAS	04	Aço ABNT 1020	
3	PARAFUSO M10	04		COMPRADO
2	LAMINA DE CORTE A DIR.	02	Aço ABNT 1045	COMPRADO
1	LAMINA DE CORTE A ESQ.	02	Aço ABNT 1045	COMPRADO
	SUBCONJUNTO ENX. ROT.			
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

UFSC

ENGENHARIA MECÂNICA
LABORATÓRIO DE PROJETO



IMPLEMENTO PARA ABERTURA
E ADUBAÇÃO DE SULCOS

SISTEMA DE PREPARO DE SULCOS

NOME	WOLFF	DES N°	
DATA		SUBS.POR	
VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
DATA	02/96	UNIDADE	mm
ESCALA	APROV.		

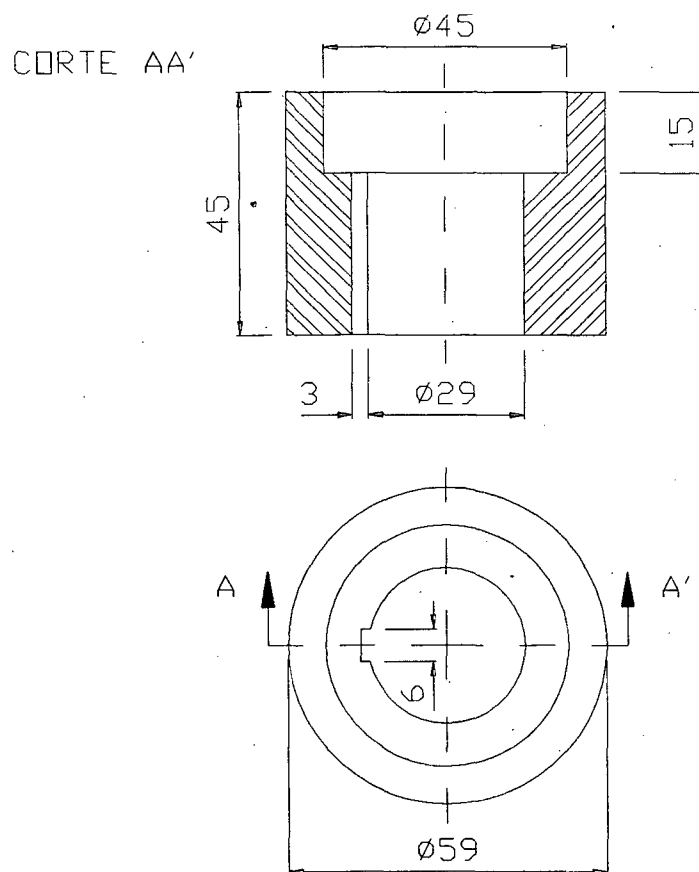


FIG. 5-A BUCHA

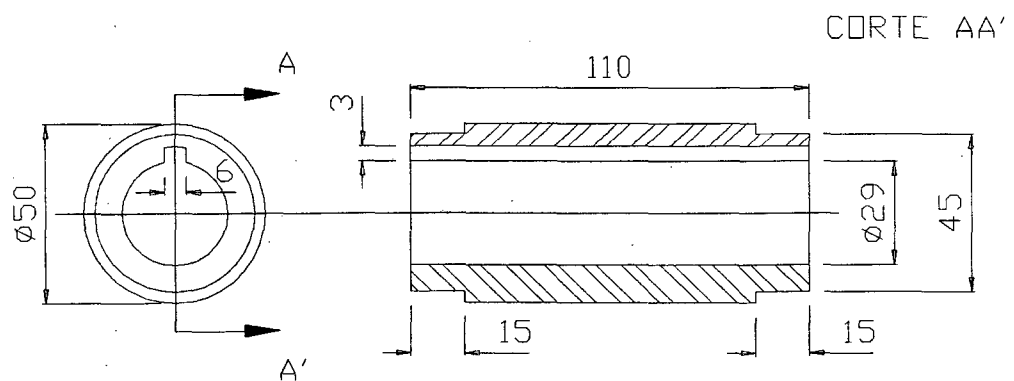
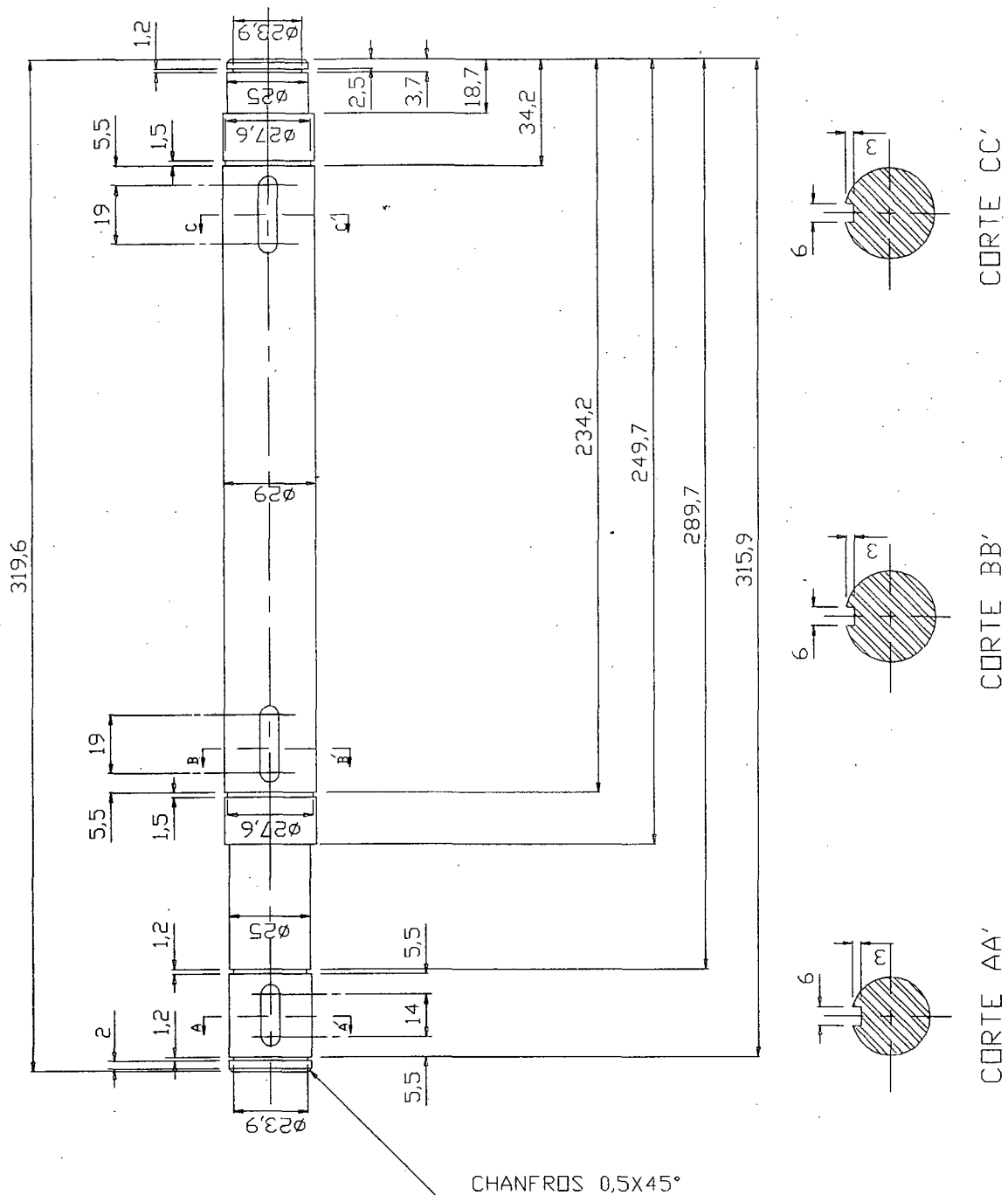


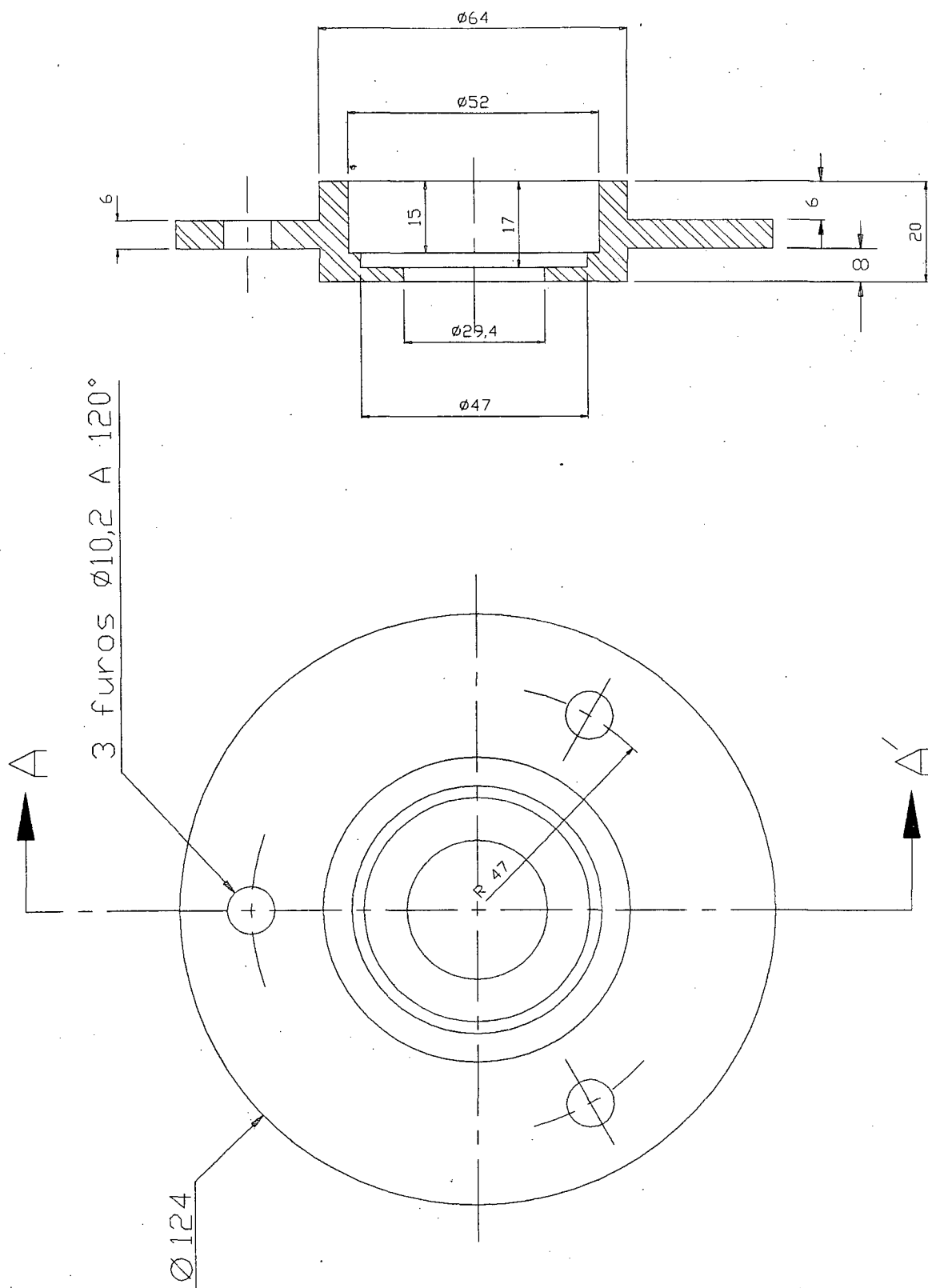
FIG. 5-B LUVA DE ENCAIXE DA BUCHA

5-B	LUVA DE ENC. DA BUCHA	01	Aço ABNT 1020	
5-A	BUCHA	02	Aço ABNT 1020	
5	CUBO			
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC			NOME	WOLFF
ENGENHARIA MECÂNICA			DATA	DES N°
LABORATÓRIO DE PROJETO				SUBS.POR
IMPLEMENTO PARA ABERTURA			VISTO	AMORIM
E ADUBAÇÃO DE SULCOS			DATA	02/96
SISTEMA DE PREPARO DE SULCOS			ESCALA	APROV.
				EM SUBS.DE
				UNIDADE
				mm

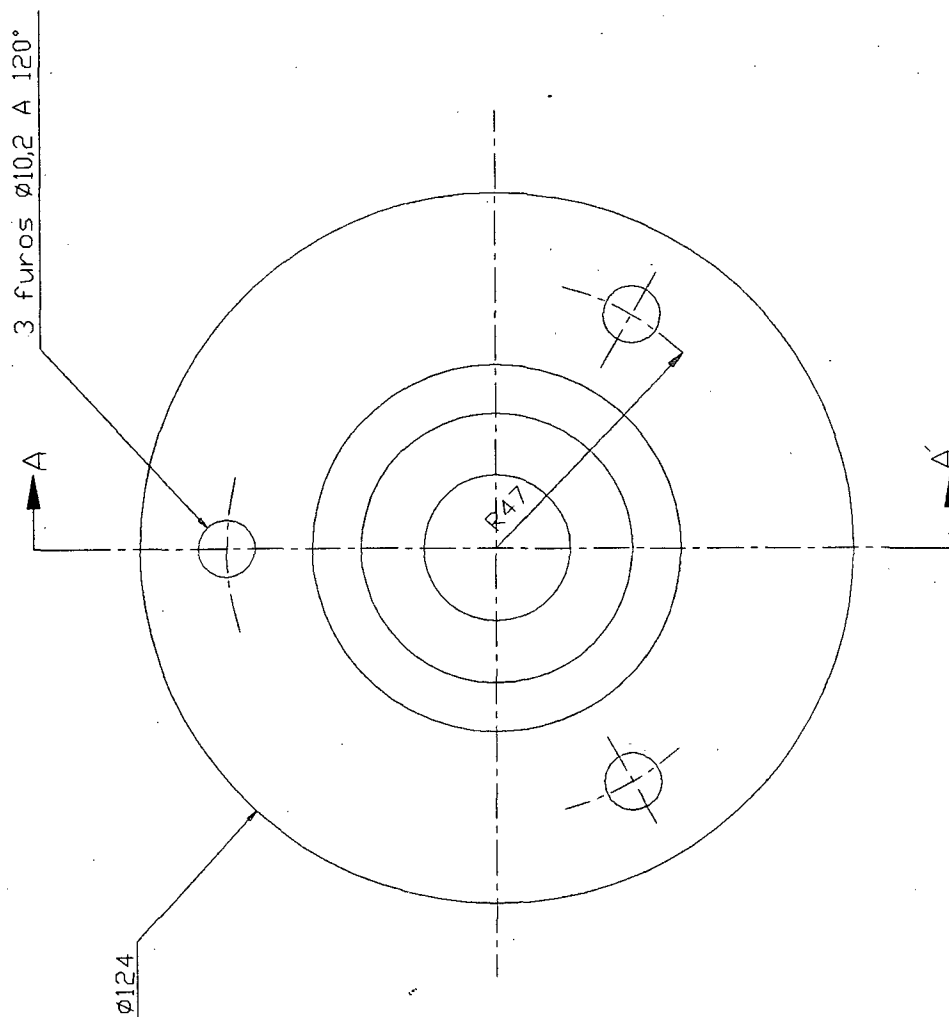
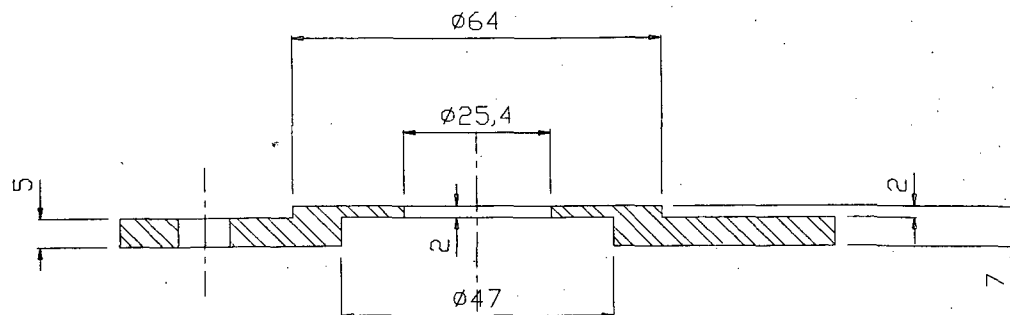


OBS: NOS DIAMETROS COM 25 mm, USAR AFASTAMENTO SUPERIOR +15 E INFERIOR +2

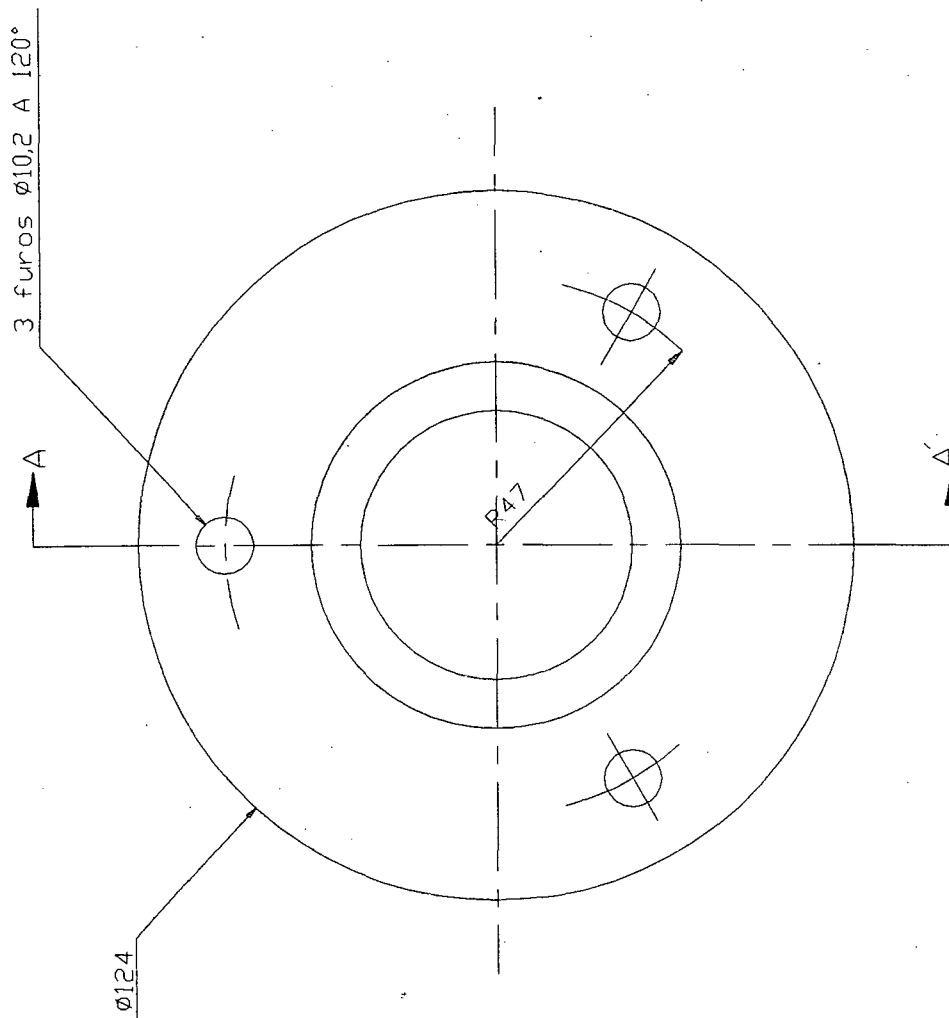
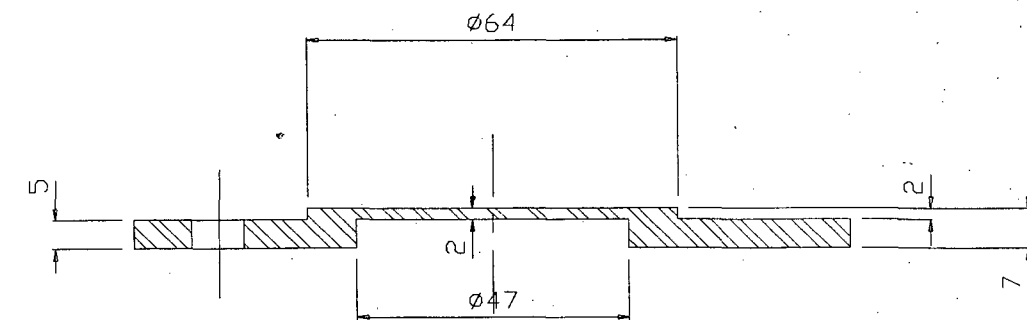
8	EIXO-ROTATIVA	01	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO	NOME	WOLFF	DES N°	
		DATA		SUBS.POR	
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS	VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
		DATA	02/96	UNIDADE	mm
		ESCALA	APROV.		
SISTEMA DE PREPARO DE SULCOS					


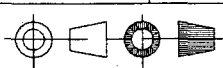


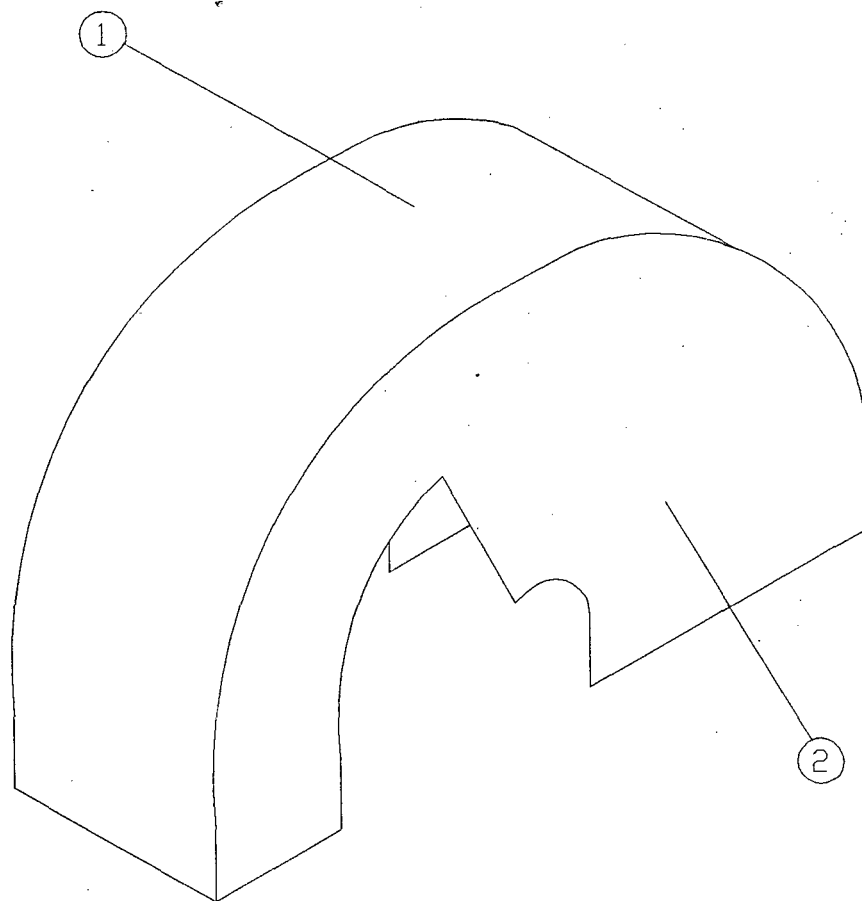
10	TAMPA INT. DO MANCAL	02	Aço ABNT 1020			
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO		
UFSC ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO			NOME	WOLFF	DES N°	
			DATA		SUBS.POR	
LP	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
			DATA	02/96	UNIDADE	mm
	SISTEMA DE PREPARO DE SULCOS		ESCALA	APROV.		


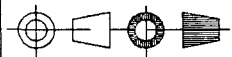


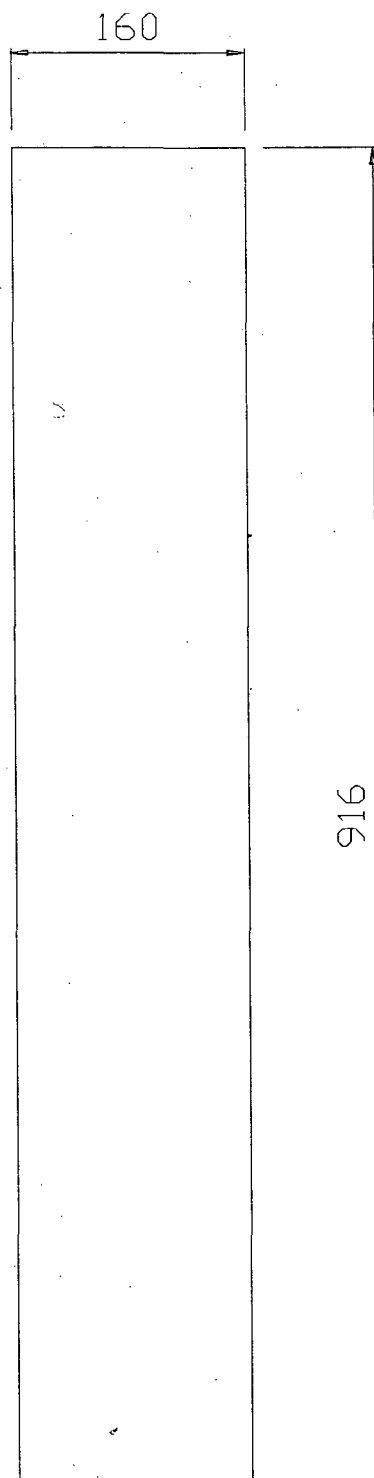
11	TAMPA EXT. VAZ. DO MANCAL	01	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC 	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
	E ADUBAÇÃO DE SULCOS		DATA	02/96	UNIDADE mm
SISTEMA DE PREPARO DE SULCOS		ESCALA	APROV.		


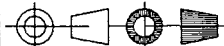


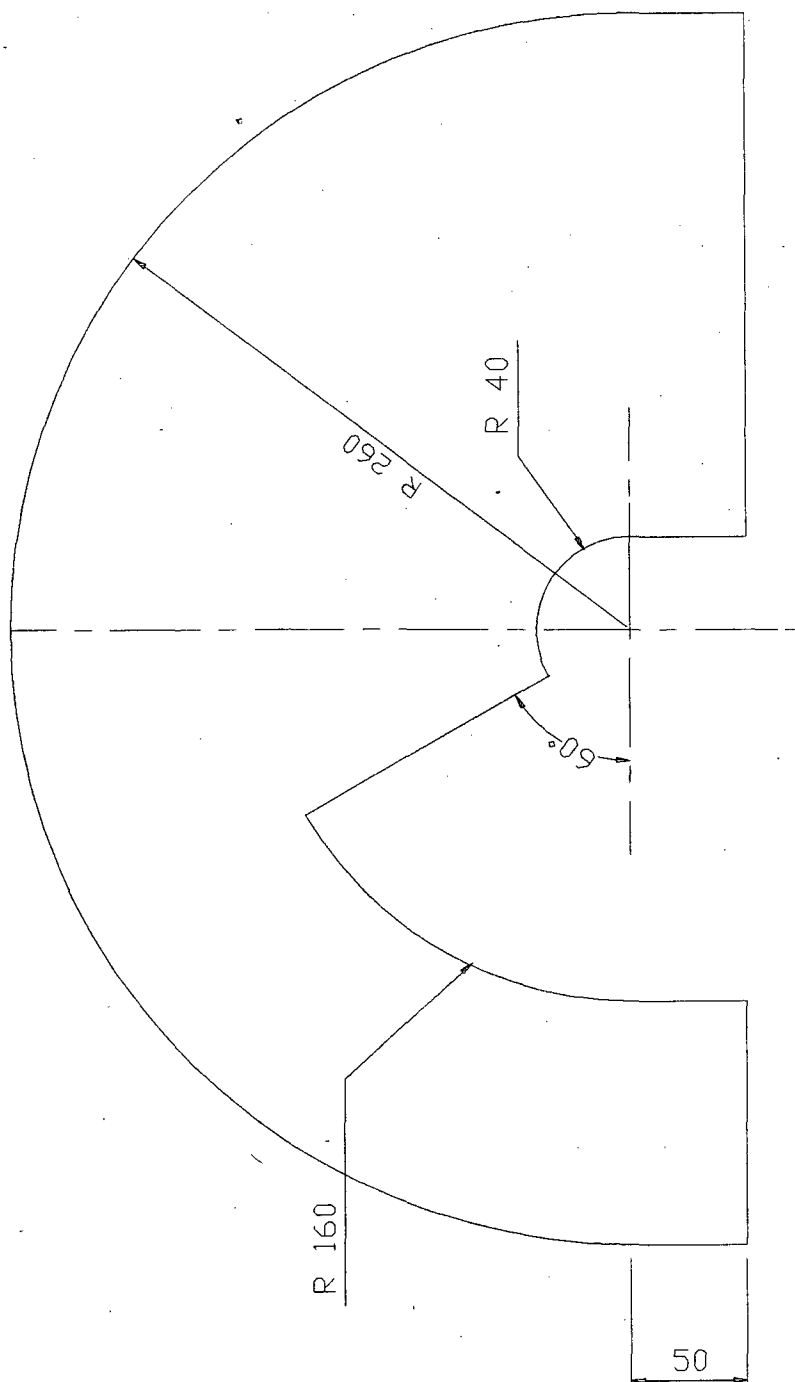
17	TAMAPA EXT. CEGA MANCAL	01	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
	E ADUBAÇÃO DE SULCOS		DATA	02/96	UNIDADE
	SISTEMA DE PREPARO DE SULCOS		ESCALA	APROV.	mm
					



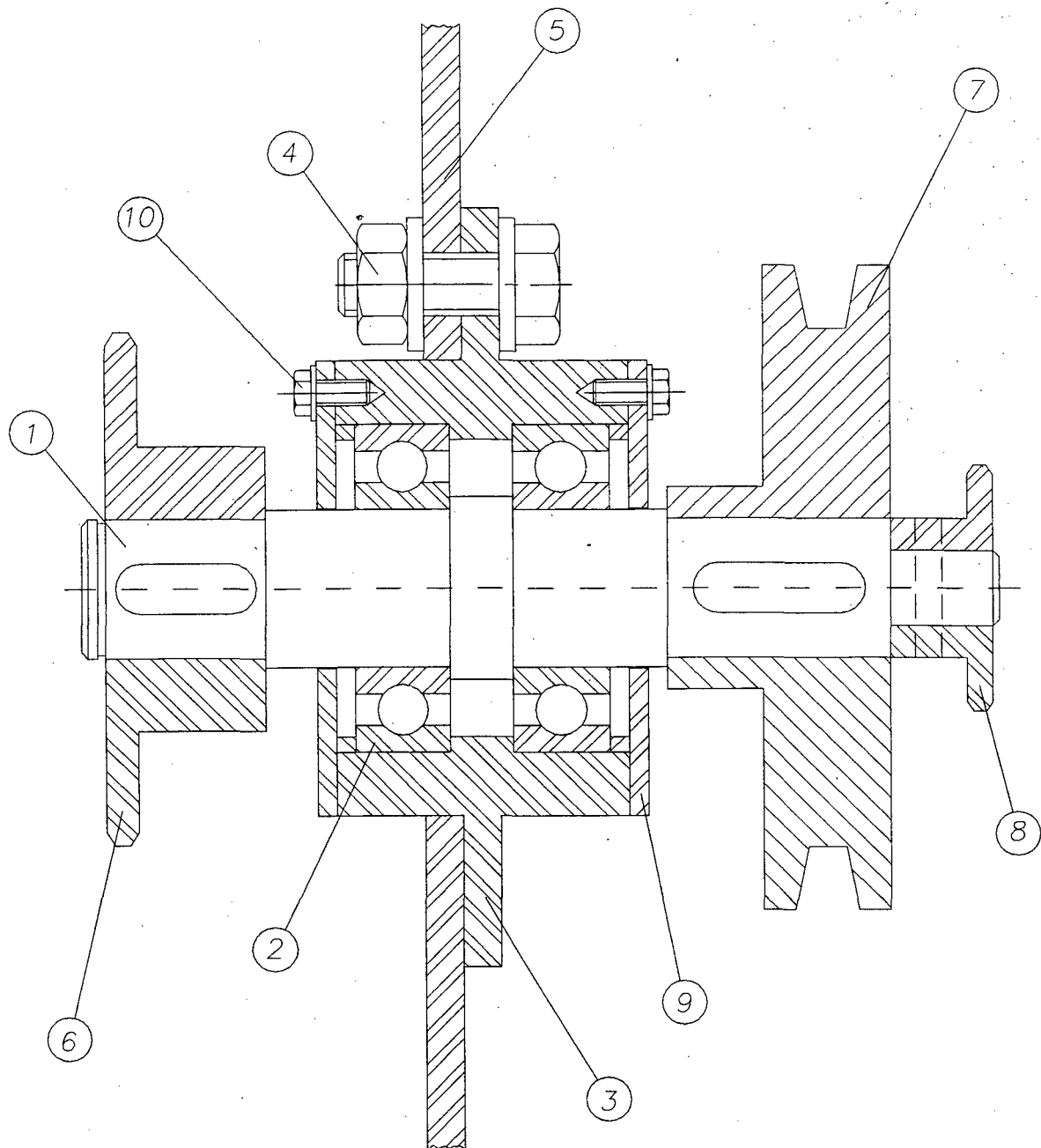
2	CHAPA LATERAL	02	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 1
1	CHAPA SUPERIOR	01	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 1
SUBCONJUNTO PARA-LAMA				
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC			NOME	WOLFF
ENGENHARIA MECÂNICA			DATA	DES N°
LABORATÓRIO DE PROJETO			VISTO	SUBS.POR
			AMORIM	EM SUBS.DE
			DATA	02/96
			UNIDADE	mm
SISTEMA DE PREPARO DE SULCOS			ESCALA	APROV.
				



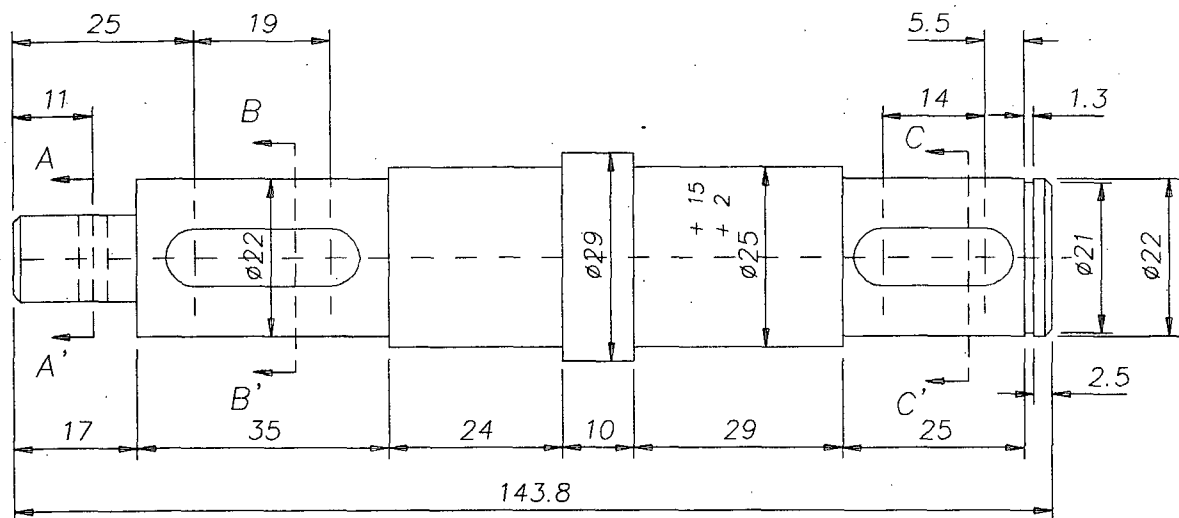
1	CHAPA SUPERIOR PARA-LAMA	01	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 1	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO	NOME	WOLFF	DES N°	
		DATA		SUBS.POR	
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS	VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
		DATA	02/96	UNIDADE	mm
		ESCALA	APROV.		
	SISTEMA DE PREPARO DE SULCOS				



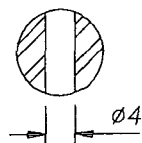
2	CHAPA LATERAL PARA-LAMA	02	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 1
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC 	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS SISTEMA DE PREPARO DE SULCOS	NOME	WOLFF	DES N°
		DATA		SUBS.POR
		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
		DATA	02/96	UNIDADE
		ESCALA	APROV.	mm



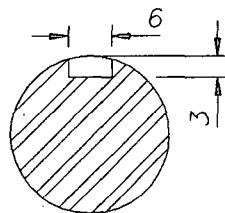
10	PARAFUSO M4	06	Aco ABNT 1020	COMPRADO
9	TAMPA DO SUPORTE	02	Aco ABNT 1020	
8	RODA DENTADA 10 DENTES	01	Aco ABNT 1020	PASSO 9,525
7	POLIA Ø 110	01	ALUMINIO	COMPRADA
6	RODA DENTADA 12 DENTES	01	Aco ABNT 1020	PASSO 12,70
5	CHAPA DE SUPORTE	01	Aco ABNT 1020	
4	PARAFUSO M10	03	Aco ABNT 1020	COMPRADO
3	SUPORTE DOS ROLAMENTOS	01	Aco ABNT 1020	
2	ROLAMENTO DE ESFERAS	02	SKF 6205 2RS1	COMPRADO
1	EIXO	01	Aco ABNT 1045	
SUBCONJUNTO EIXO INTER.				
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC			NOME	Pablo
ENGENHARIA MECÂNICA			DATA	02/96
LABORATÓRIO DE PROJETO			VISTO	AMORIM
			DATA	
			ESCALA	1:1
			APROV.	
IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBACAO DE SULCOS			DES N°	
SISTEMA DE ACIONAMENTO			SUBS.POR	
			EM SUBS.DE	
			UNIDADE	mm



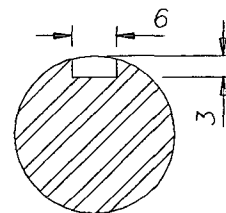
Corte AA'



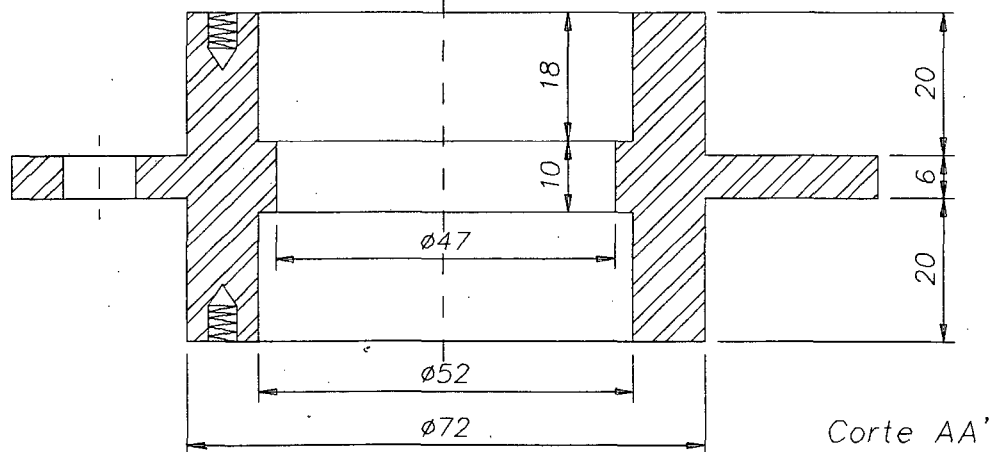
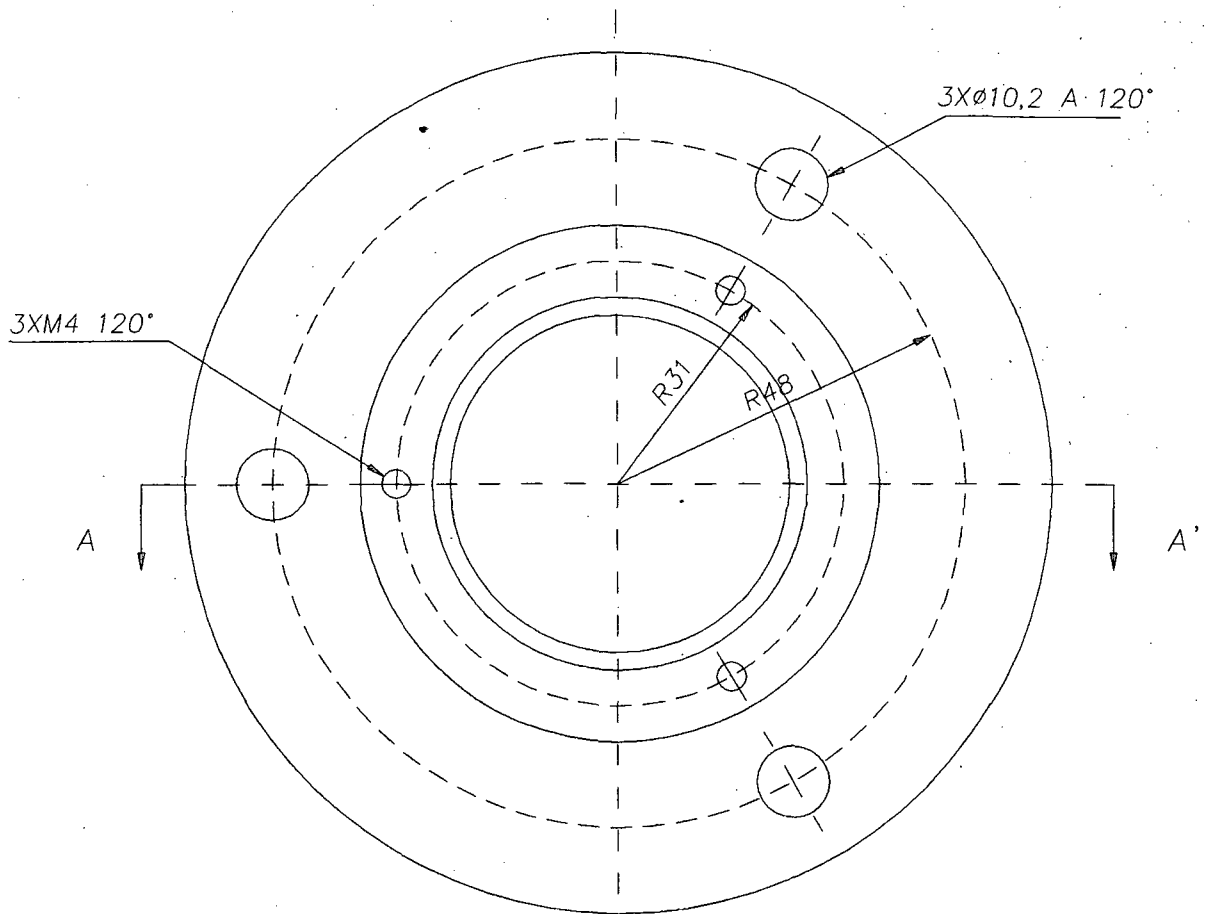
Corte BB'





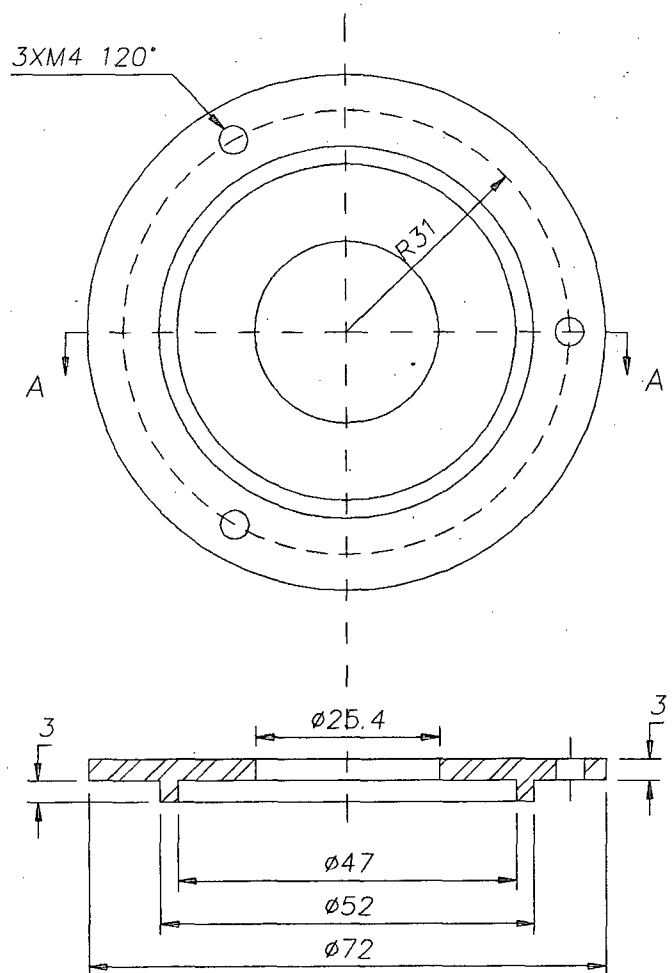
Corte CC'








01	EIXO	01	Aco ABNT 1045		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO		NOME	Pablo	DES N°
			DATA	02/96	SUBS.POR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBACAO DE SULCOS		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
			DATA		UNIDADE
			ESCALA	1:1	mm
SISTEMA DE ACIONAMENTO					

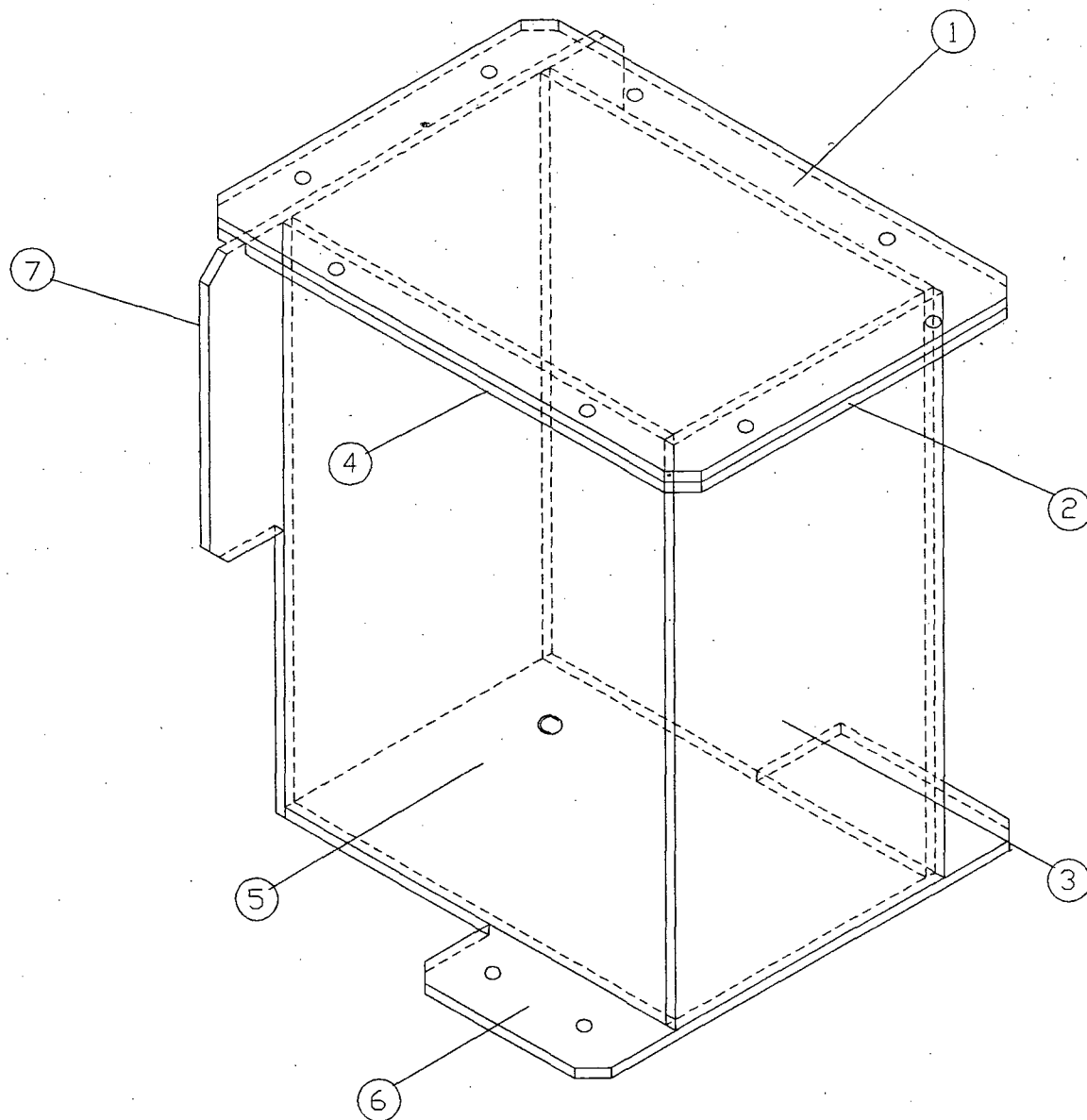


03	SUPORE DOS ROLAMENTOS	01	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO		NOME	Pablo	DES N°
			DATA	02/96	SUBS.POR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBACAO DE SULCOS. SISTEMA DE ACIONAMENTO		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
			DATA		UNIDADE
			ESCALA	APROV.	
			1:1		



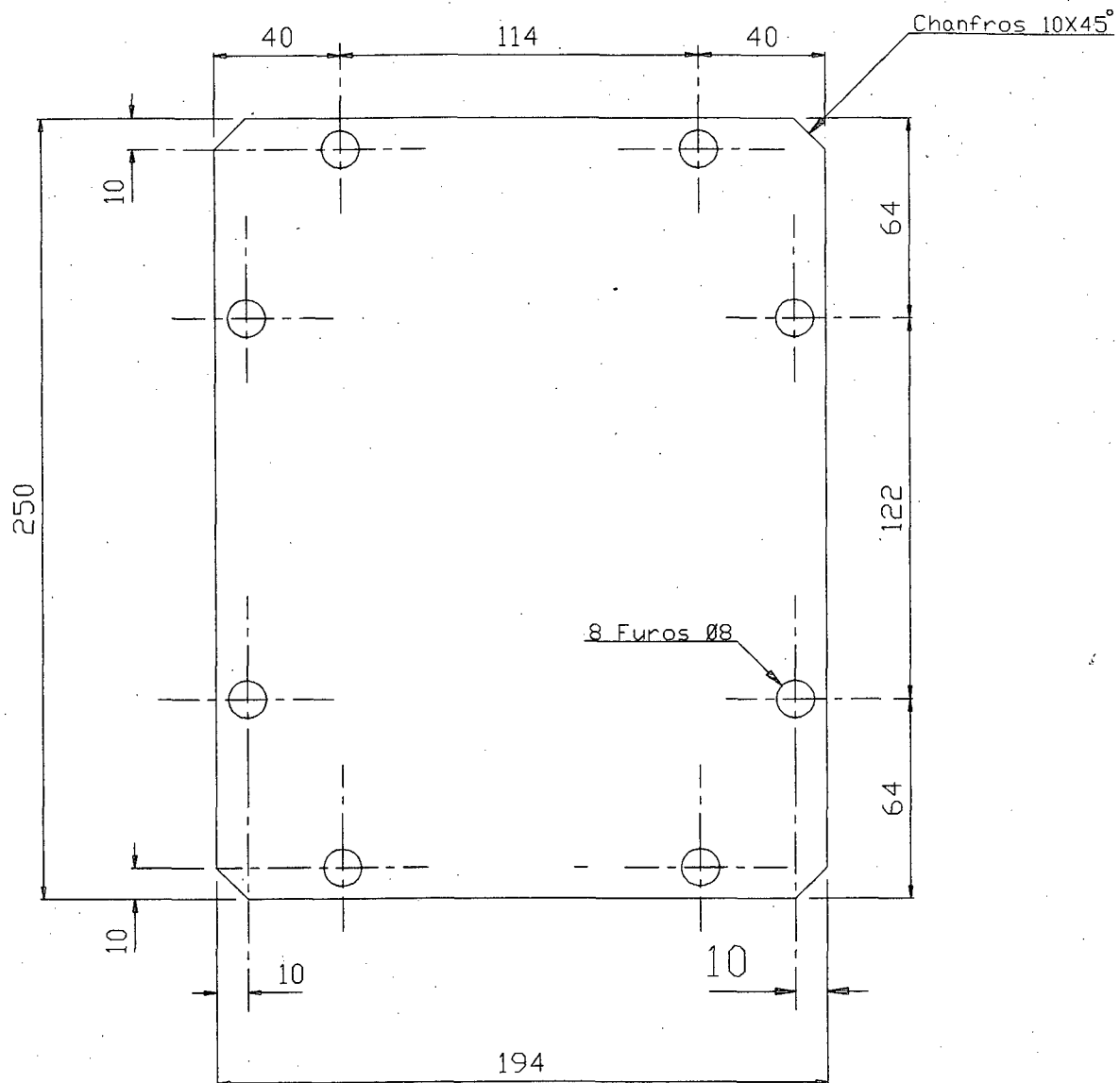
Corte AA'


09	TAMPA DO SUPORTE	02	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC 	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO		NOME	Pablo	DES N°
			DATA	02/96	SUBS.POR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBACAO DE SULCOS SISTEMA DE ACIONAMENTO		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
			DATA		UNIDADE
		ESCALA	APROV.		
		1:1		   	

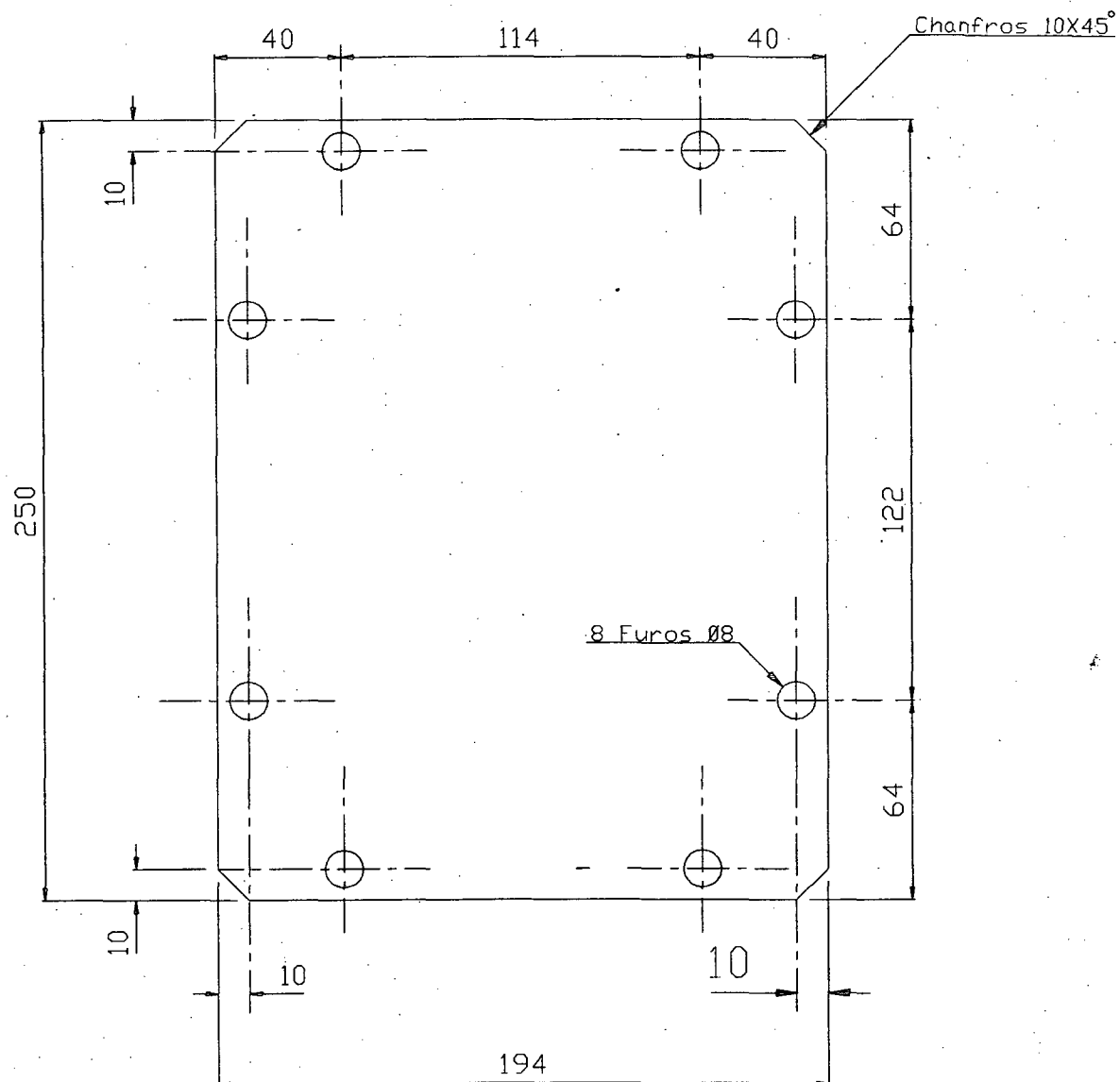


7	PLACA POSTERIOR	01	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 5
6	PLACA INFERIOR	01	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 5
5	PLACA LATERAL	02	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 5
4	ABA LATERAL	02	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 5
3	PLACA FRONTAL	01	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 5
2	ABA FRONTAL	02	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 5
1	PLACA SUPERIOR	01	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 5

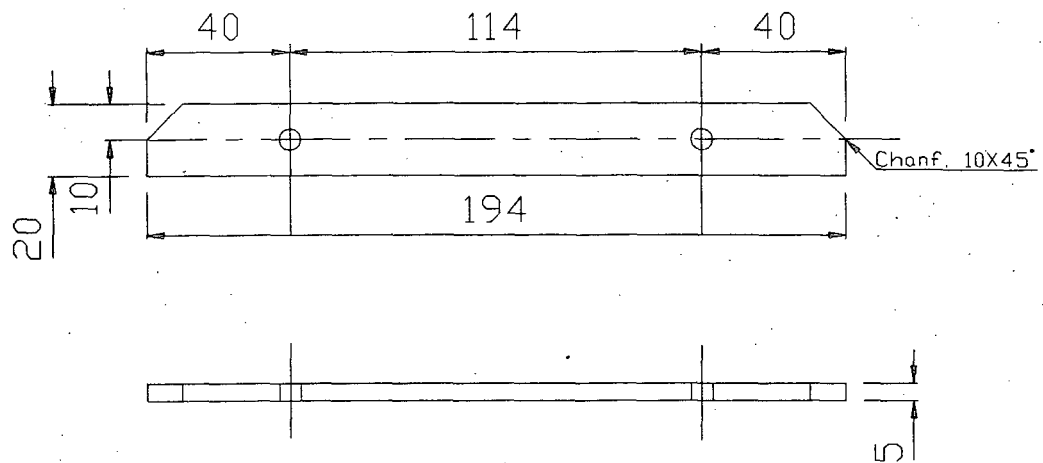
SUBCONJUNTO CARCACA (CX2)						
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO		
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°	
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR	
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
			DATA	02/96	UNIDADE	mm
			ESCALA	APROV.		
	SISTEMA CAIXA RED. OPCIONAL (CX2)					



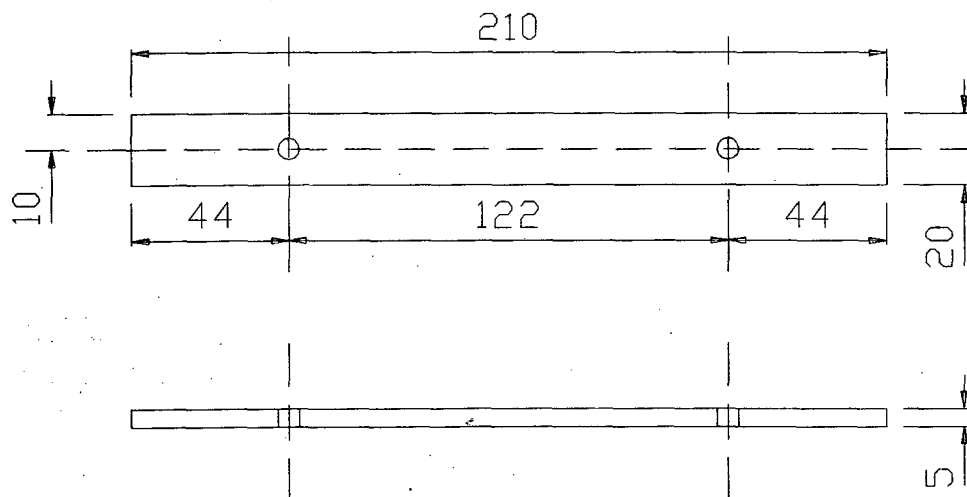
1	PLACA SUPERIOR	01	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 5		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO		
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°	
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR	
LP	IMPLEMENTO PARA ABERTURA		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
	E ADUBAÇÃO DE SULCOS		DATA	02/96	UNIDADE	mm
	SISTEMA CAIXA RED. OPCIONAL (CX2)		ESCALA	APROV.		



1	PLACA SUPERIOR	01	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 5		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO		
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO		NOME	WOLFF	DES N°	
			DATA		SUBS.POR	
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS SISTEMA CAIXA RED. OPCIONAL (CX2)		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
			DATA	02/96	UNIDADE	mm
			ESCALA	APROV.		

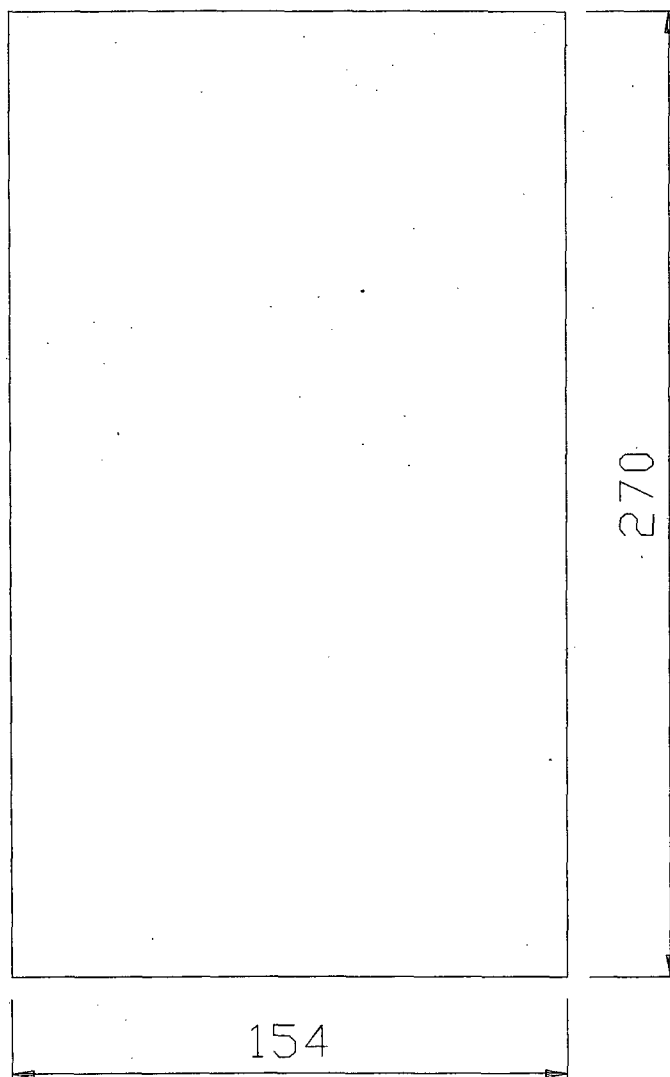




ABA FRONTAL

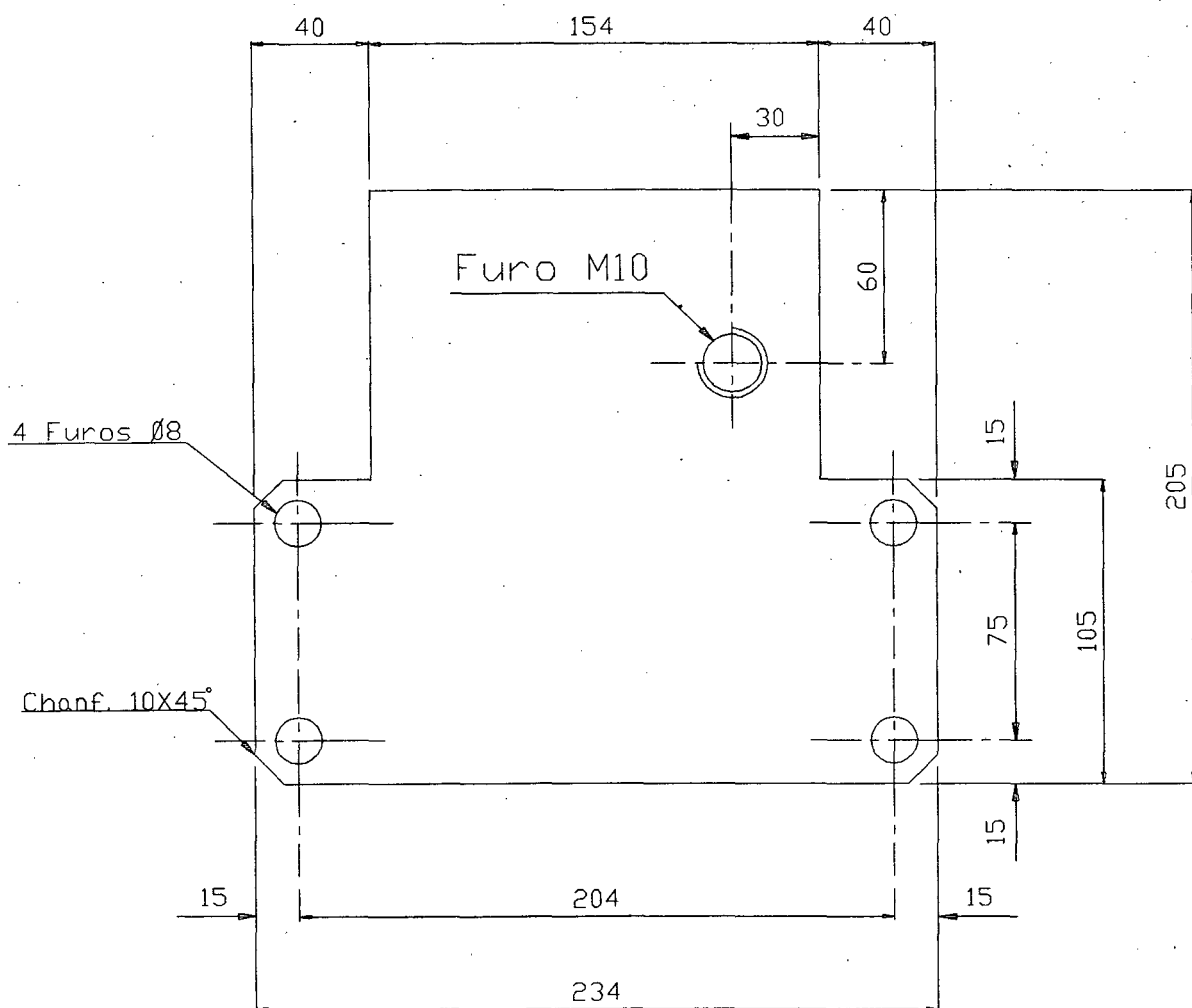



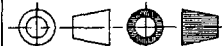
ABA LATERAL

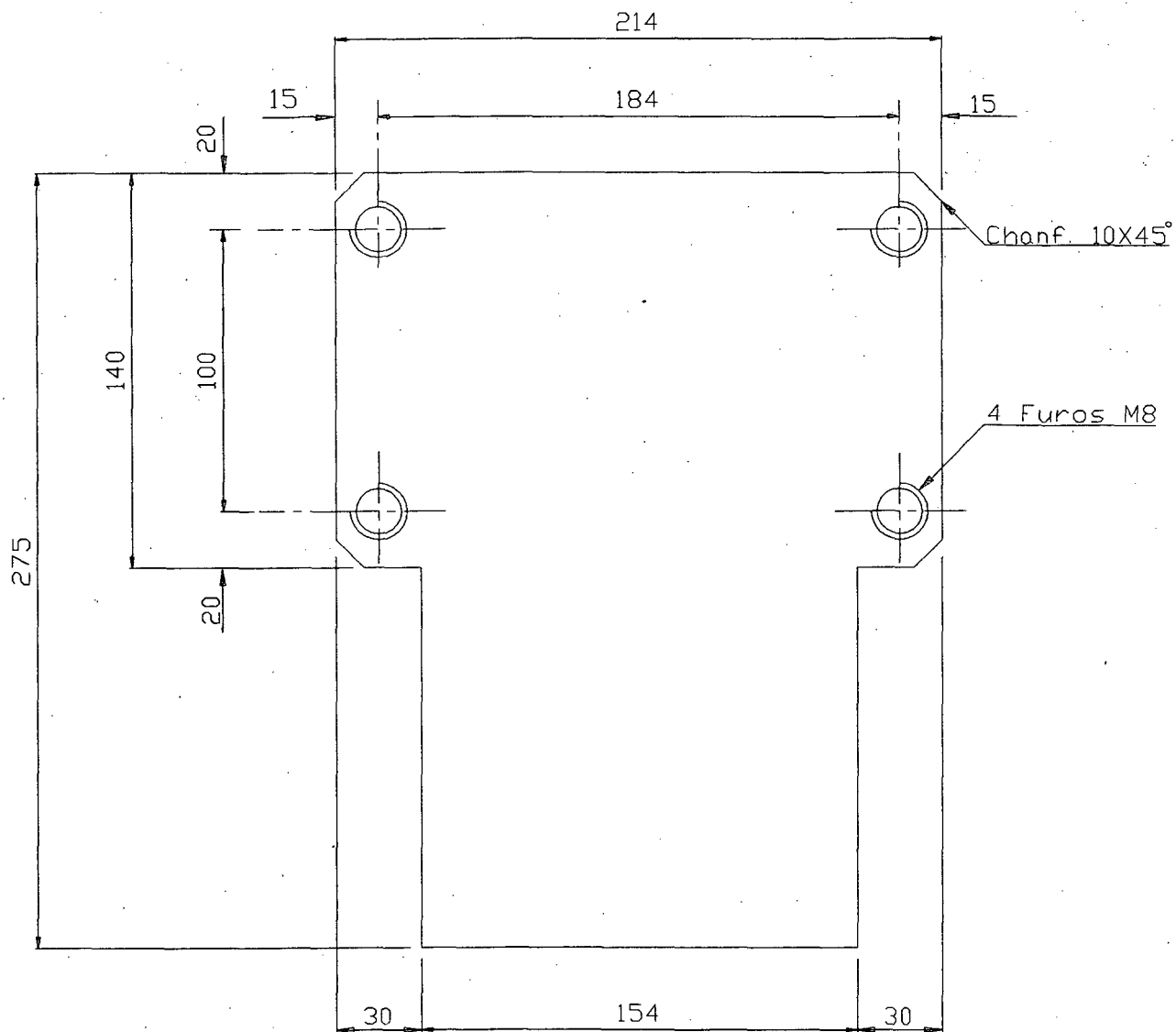
4	ABA LATERAL	02	Aço ABNT 1020	FURDS Ø6
2	ABA FRONTAL	02	Aço ABNT 1020	FURDS Ø6
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC			NOME	WOLFF
ENGENHARIA MECÂNICA			DATA	DES N°
LABORATÓRIO DE PROJETO			VISTO	SUBS.POR
IMPLEMENTO PARA ABERTURA			DATA	EM SUBS.DE
E ADUBAÇÃO DE SULCOS			ESCALA	UNIDADE
SISTEMA			APROV.	mm





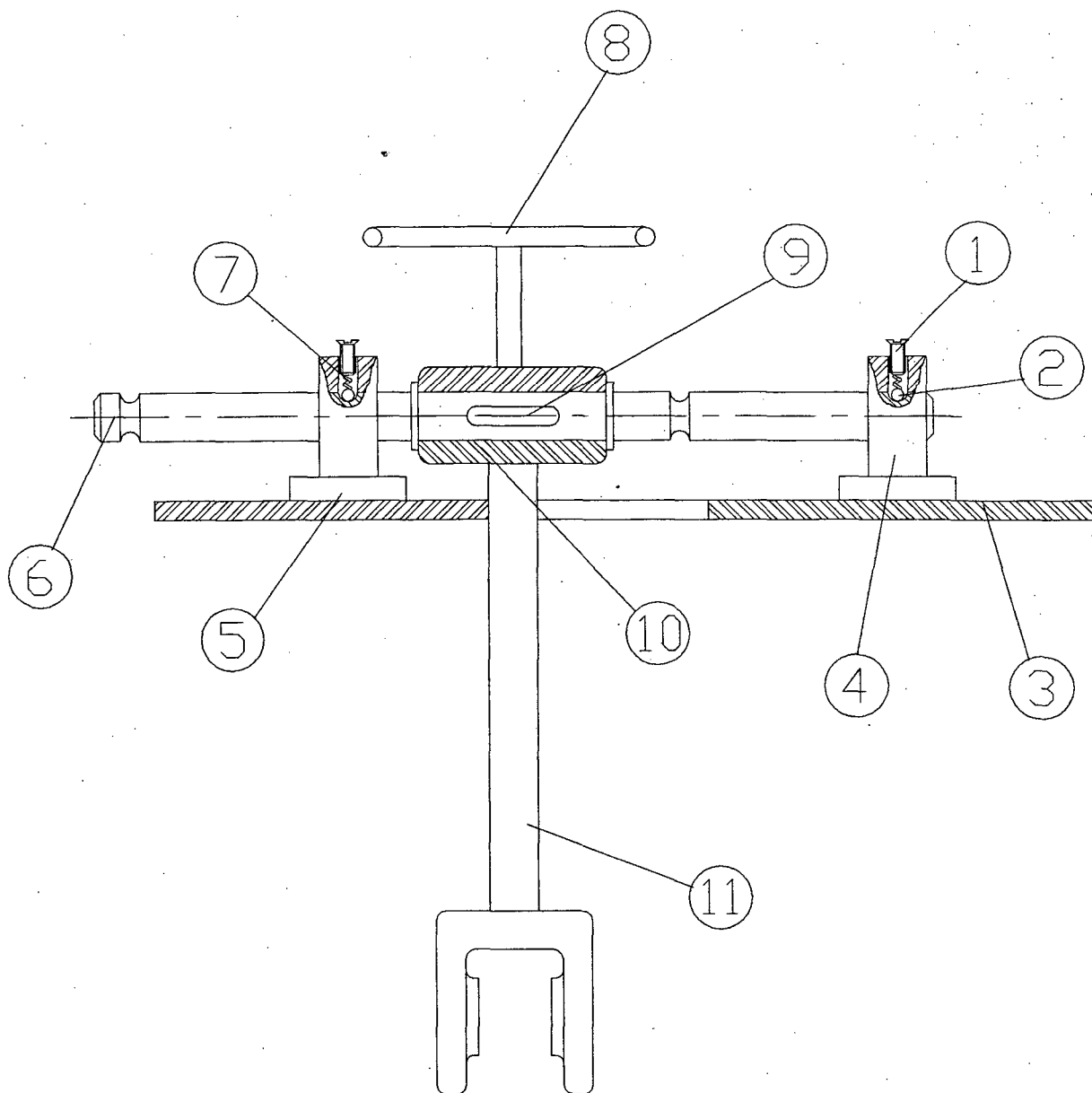
3	PLACA FRONTAL	01	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 5		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO		
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO		NOME	WOLFF	DES N°	
			DATA		SUBS.POR	
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS SISTEMA CAIXA RED. OPCIONAL (CX2)		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
			DATA	02/96	UNIDADE	mm
			ESCALA	APROV.		




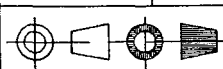
6	PLACA INFERIOR	01	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 5	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO	NOME	WOLFF	DES N°	
		DATA		SUBS.POR	
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS	VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
		DATA	02/96	UNIDADE	mm
		ESCALA	APROV.		
	SISTEMA CAIXA RED. OPCIONAL (CX2)				

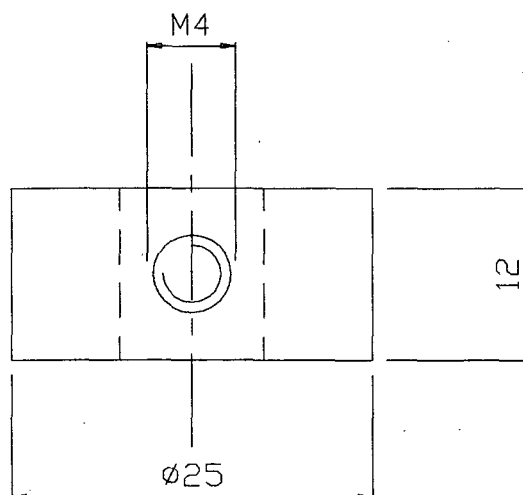
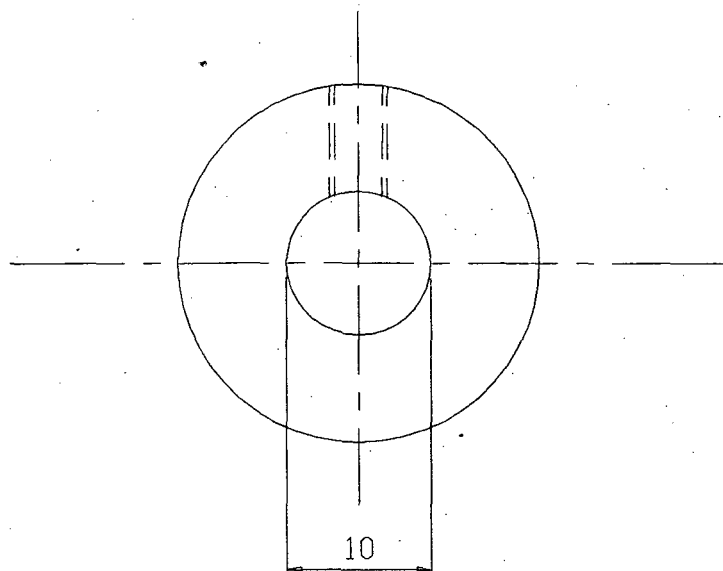







7	PLACA POSTERIOR	01	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 5	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA	NOME	WOLFF	DES N°	
	LABORATÓRIO DE PROJETO	DATA		SUBS.POR	
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA	VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
	E ADUBAÇÃO DE SULCOS	DATA	02/96	UNIDADE	mm
	SISTEMA CAIXA RED. OPCIONAL (CX2)	ESCALA	APROV.		

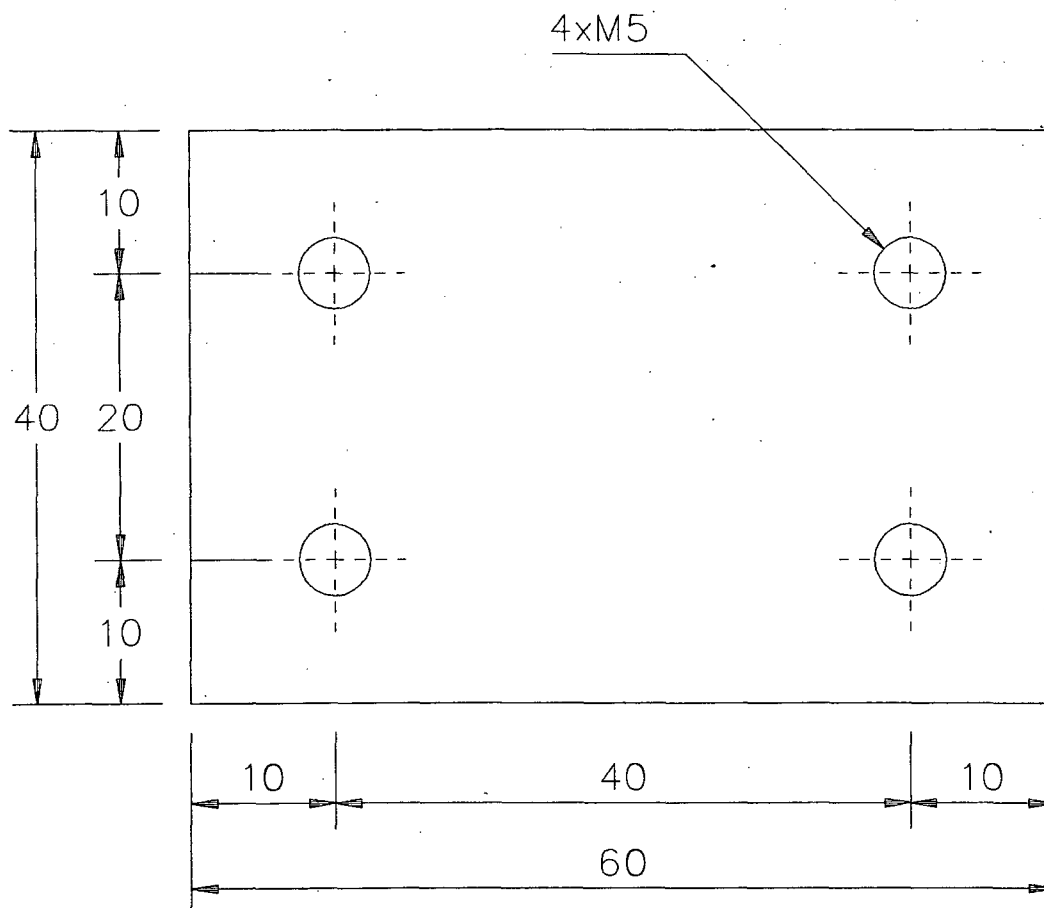




11	GARFO	01	Aço ABNT 1020	
10	BUCHA	01	Aço ABNT 1020	
9	CHAVETA (2,5X20)	01	Aço ABNT 1020	
8	ALAVANCA	01	Aço ABNT 1020	
7	MOLA HELICOIDAL (Ø3)	01		COMPRADO
6	EIXO	01	Aço ABNT 1020	
5	CHAPAS DE APOIO	02	Aço ABNT 1020	
4	MANCAIS CILINDRICOS	02	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 6
3	PLACA SUP. (CX2)	01	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 5
2	ESFERA (Ø3)	02		COMPRADO
1	PARAFUSO M4	02		COMPRADO

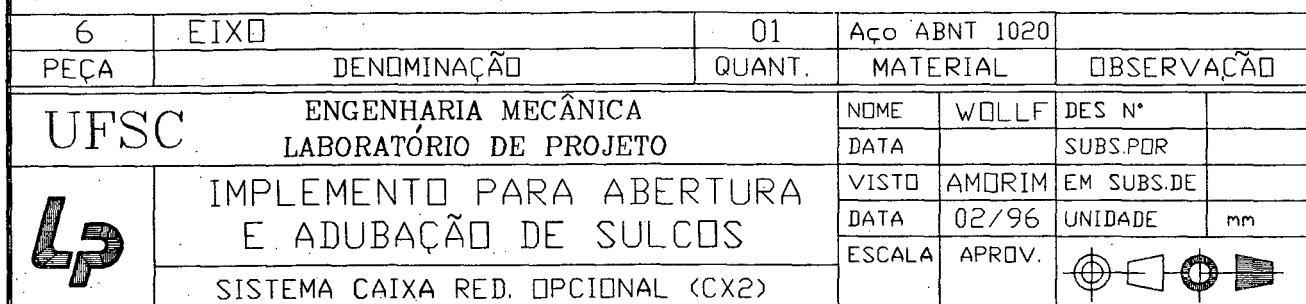
SUBCONJUNTO TRAMBULADOR				
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC			NOME	WOLFF DES N°
ENGENHARIA MECÂNICA			DATA	SUBS.POR
LABORATÓRIO DE PROJETO			VISTO	AMORIM EM SUBS.DE
			DATA	02/96 UNIDADE mm
			ESCALA	APROV. 
IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS				
SISTEMA CAIXA RED. OPCIONAL (CX2)				

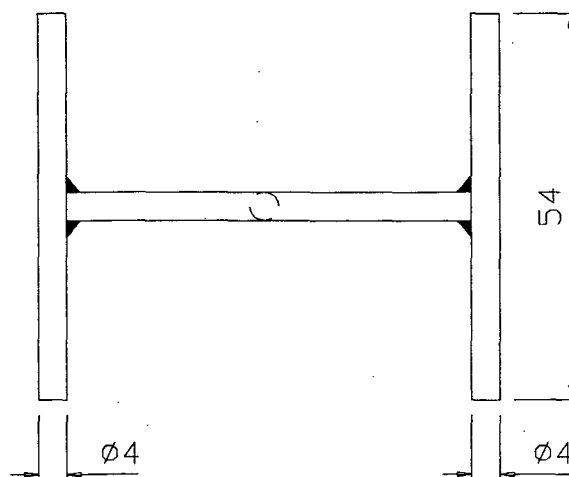
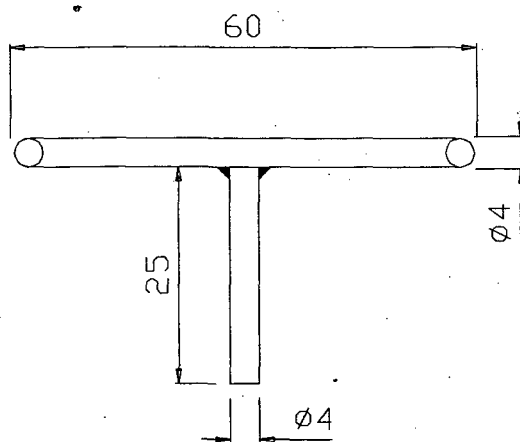



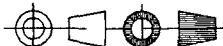
4	MANCAL CILINDRICO	02	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC 	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.PDR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA		VISTO	AMDRIM	EM SUBS.DE
	E ADUBAÇÃO DE SULCOS		DATA	02/96	UNIDADE mm
	SISTEMA RED. OPCIONAL (CX2)		ESCALA	APROV.	   

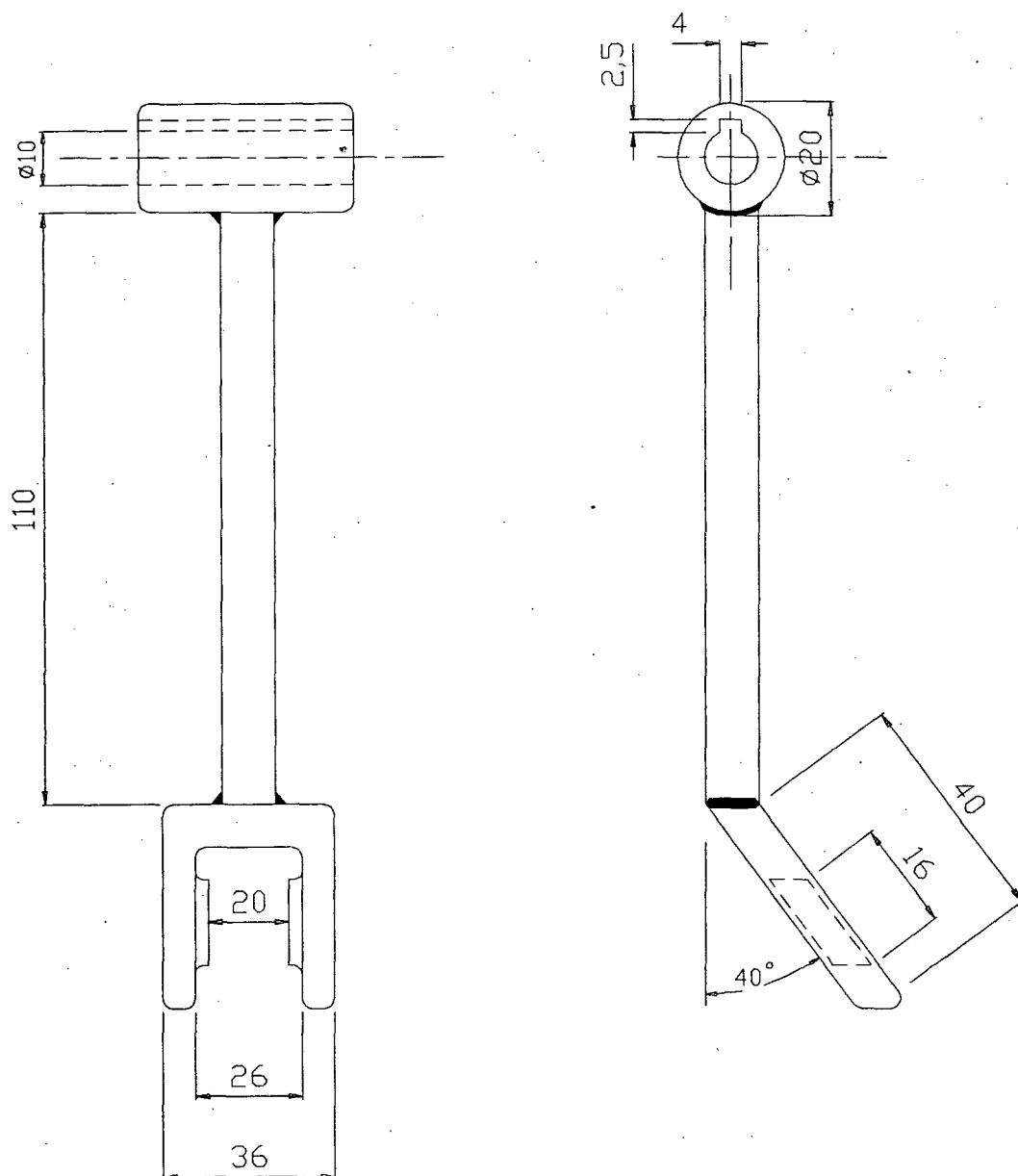


5	CHAPAS DE APOIO	02	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 6
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC 	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS SISTEMA CAIXA RED. OPCIONAL (CX2)	NOME	PABLO	DES N°
		DATA		SUBS.POR
		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
		DATA	02/96	UNIDADE mm
		ESCALA	APROV.	





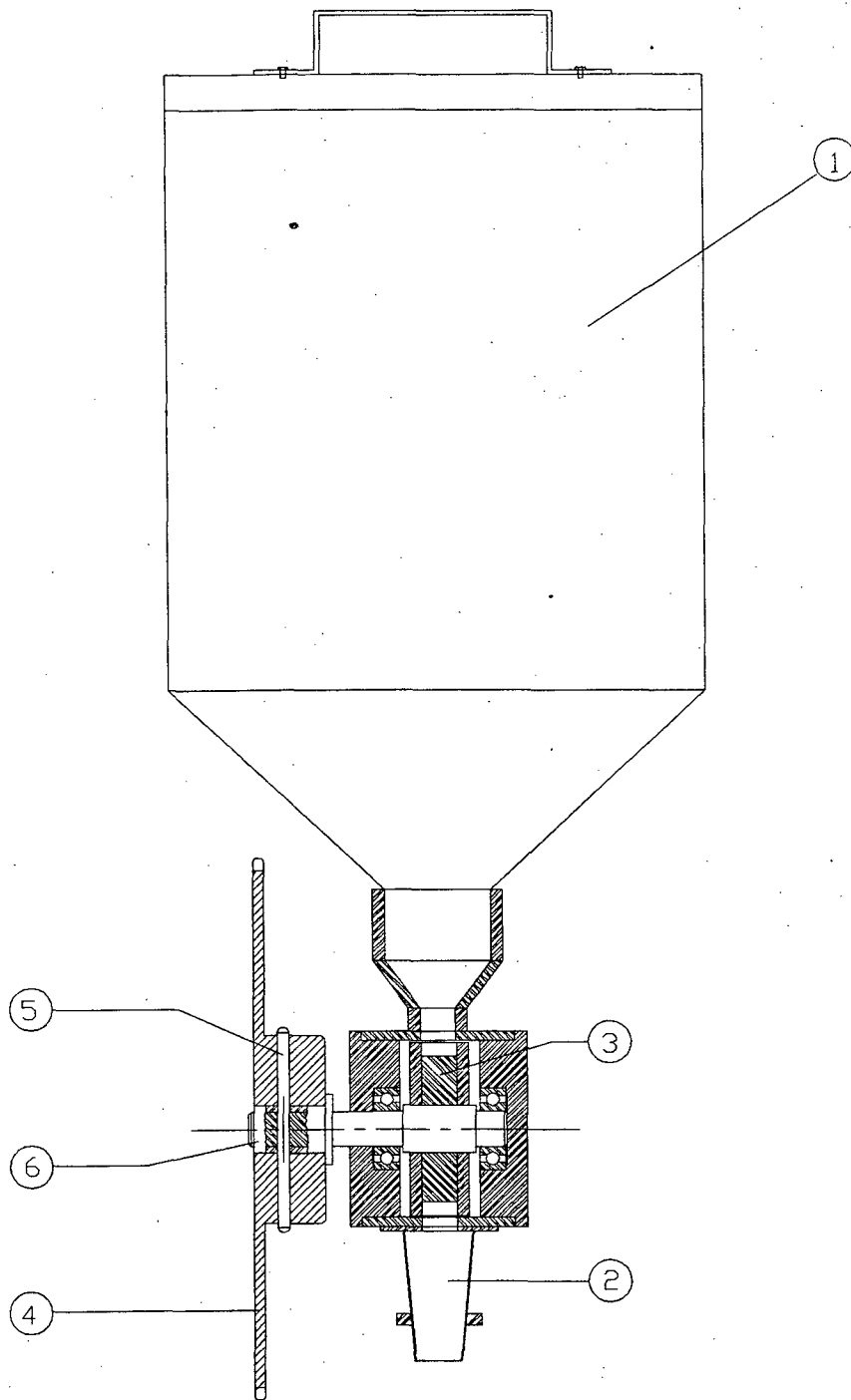


8	ALAVANCA DE MARCHAS	01	AÇO ABNT 1020			
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO		
<div>UFSC</div> <div></div>	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO		NOME	WOLFF	DES N°	
			DATA		SUBS.POR	
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
			DATA	02/96	UNIDADE	mm
	SISTEMA CAIXA RED. OPCIONAL (CX2)		ESCALA	APROV.		



OBS: A BUCHA É UNIDA AO GARFO POR SOLDAGEM

10-11	GARFO E BUCHA GUIA	01	Aço ABNT 1020			
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO		
<div>UFSC</div> <div></div>	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°	
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR	
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
	E ADUBAÇÃO DE SULCOS		DATA	02/96	UNIDADE	mm
	SISTEMA CAIXA RED. OPCIONAL (CX2)		ESCALA	APROV.		



6	BUCHA RODA DENT. - EIXO	01	Aço ABNT 1020	
5	RINGE FIX. BUCHA-RODA DENT.	01	Aço ABNT 1020	
4	RODA DENTADA 76 DENTES	01	Aço ABNT 1020	PASSO 9,525
3	SUBCONJUNTO DOSADOR	01	Aço ABNT 1020	
2	BICAL DE SAIDA	01	Aço ABNT 1020	
1	SUBCONJUNTO RESERVATORIO	01	Aço ABNT 1020	ESPESSURA 2
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

UFSC

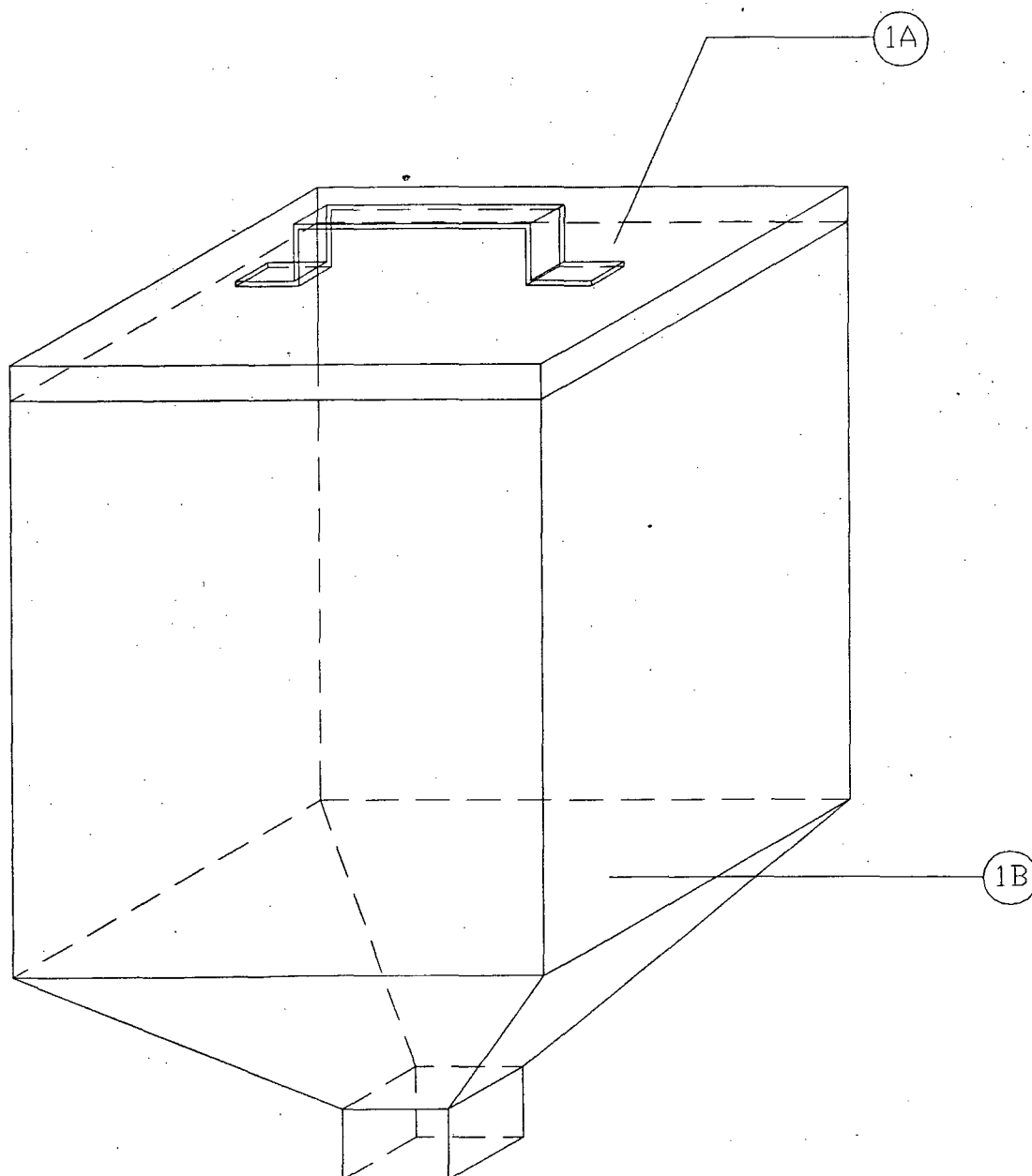
ENGENHARIA MECÂNICA
LABORATÓRIO DE PROJETO





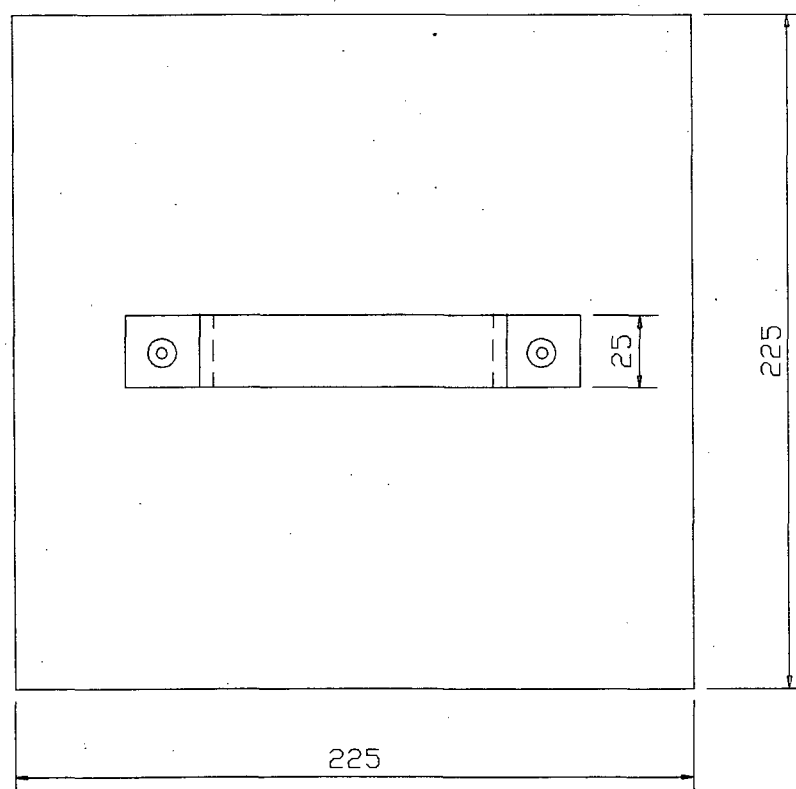
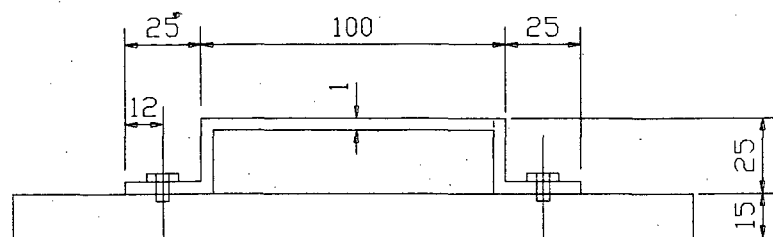
IMPLEMENTO PARA ABERTURA
E ADUBAÇÃO DE SULCOS

SISTEMA DOSADOR DE ADUBO

NOME	WOLFF	DES N°	
DATA		SUBS.POR	
VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
DATA	02/96	UNIDADE	mm
ESCALA	APROV.		

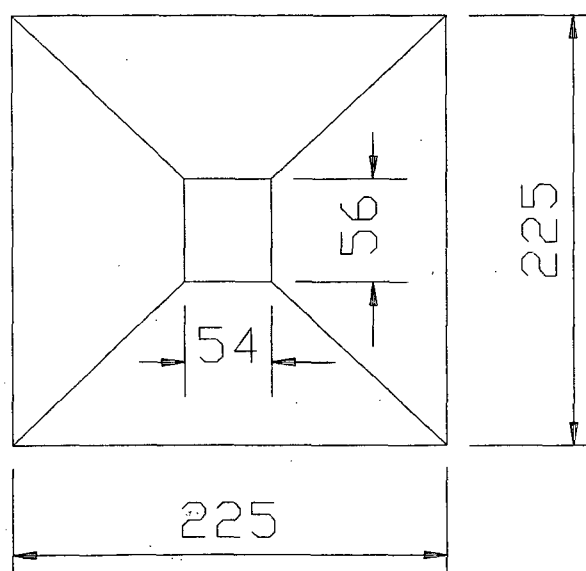
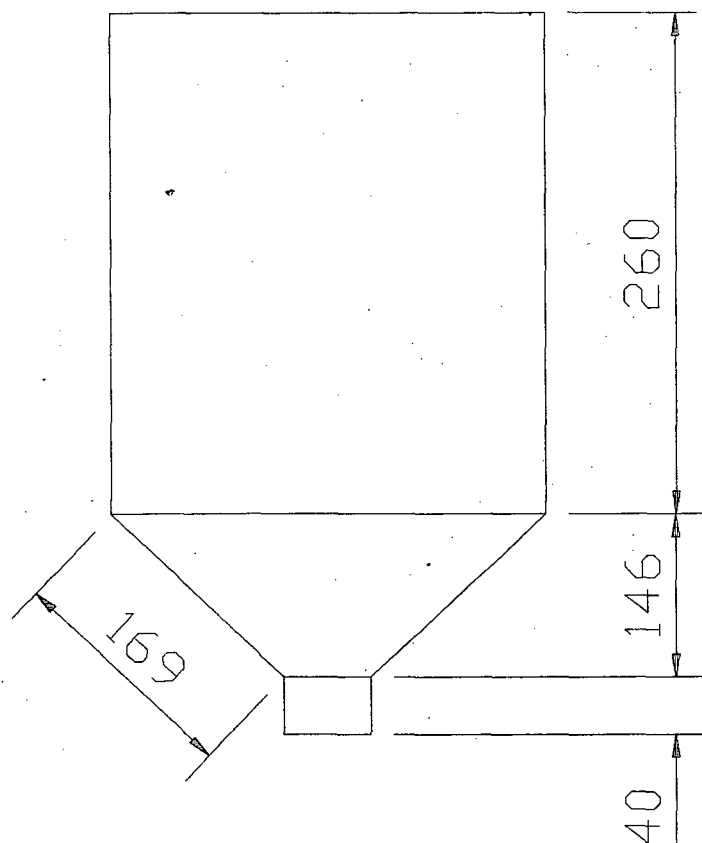




1B	RESERVATORIO	01	AÇO GALVANIZ.	ESPESSURA 2
1A	TAMPA DO RESERVATORIO	01	AÇO GALVANIZ.	ESPESSURA 2
1	SUBCONJUNTO RESERVATORIO			
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC			NOME	WOLFF
ENGENHARIA MECÂNICA			DATA	DES N°
LABORATÓRIO DE PROJETO				SUBS.POR
			VISTO	AMORIM
			DATA	02/96
			ESCALA	APROV.
IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS			EM SUBS.DE	
SISTEMA DOSADOR DE ADUBO			UNIDADE mm	
				

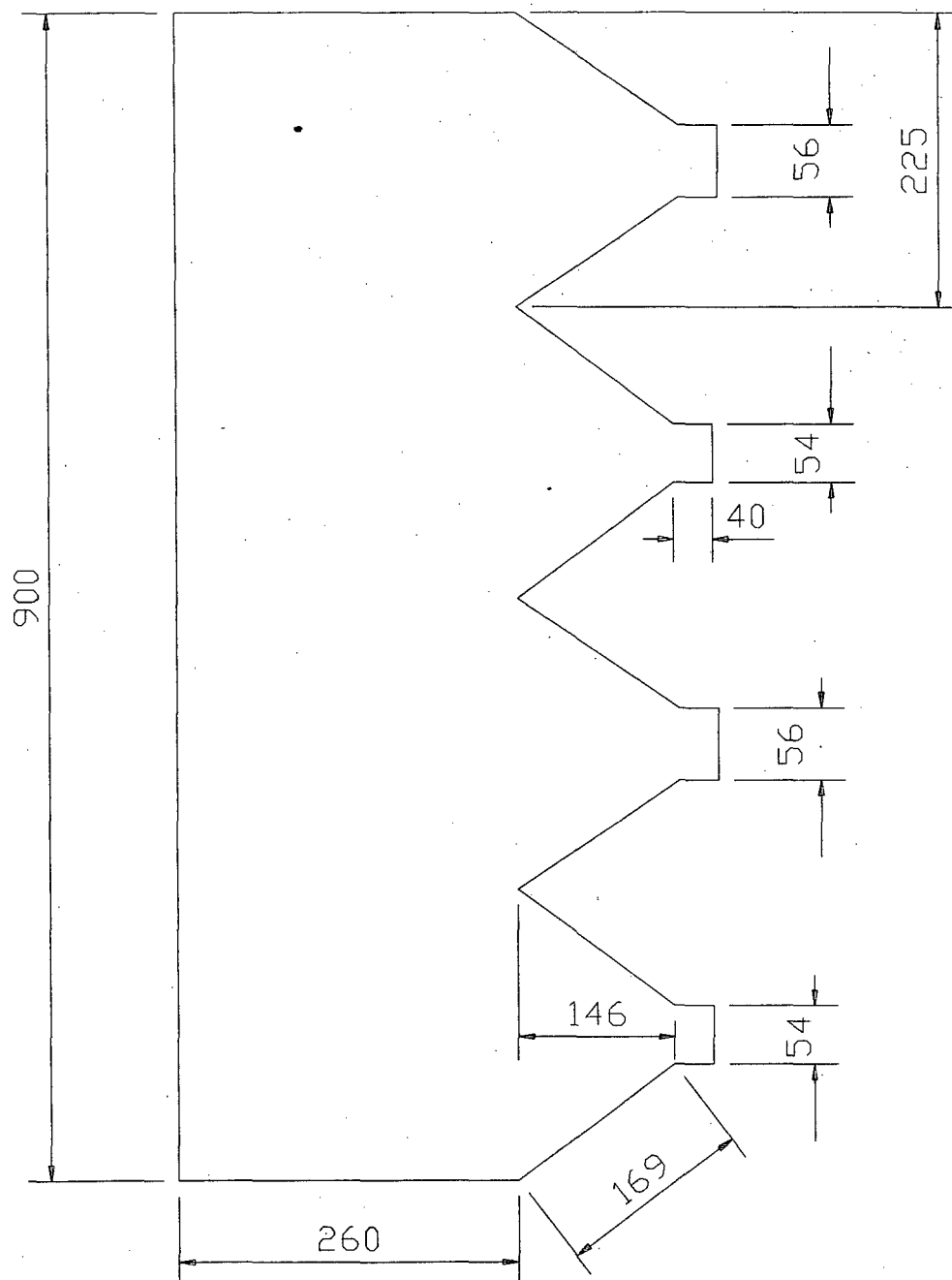


OBS: A ALÇA É UNIDA A TAMPA DO RESERVATORIO
POR MEIO DE REBITES


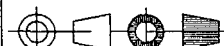
1A-A	TAMPA DO RESERVATORIO	01	Aço GALVANIZ.	ESPESSURA 2	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
	E ADUBAÇÃO DE SULCOS		DATA	02/96	UNIDADE
					mm
	SISTEMA DOSADOR DE ADUBO		ESCALA	APROV.	

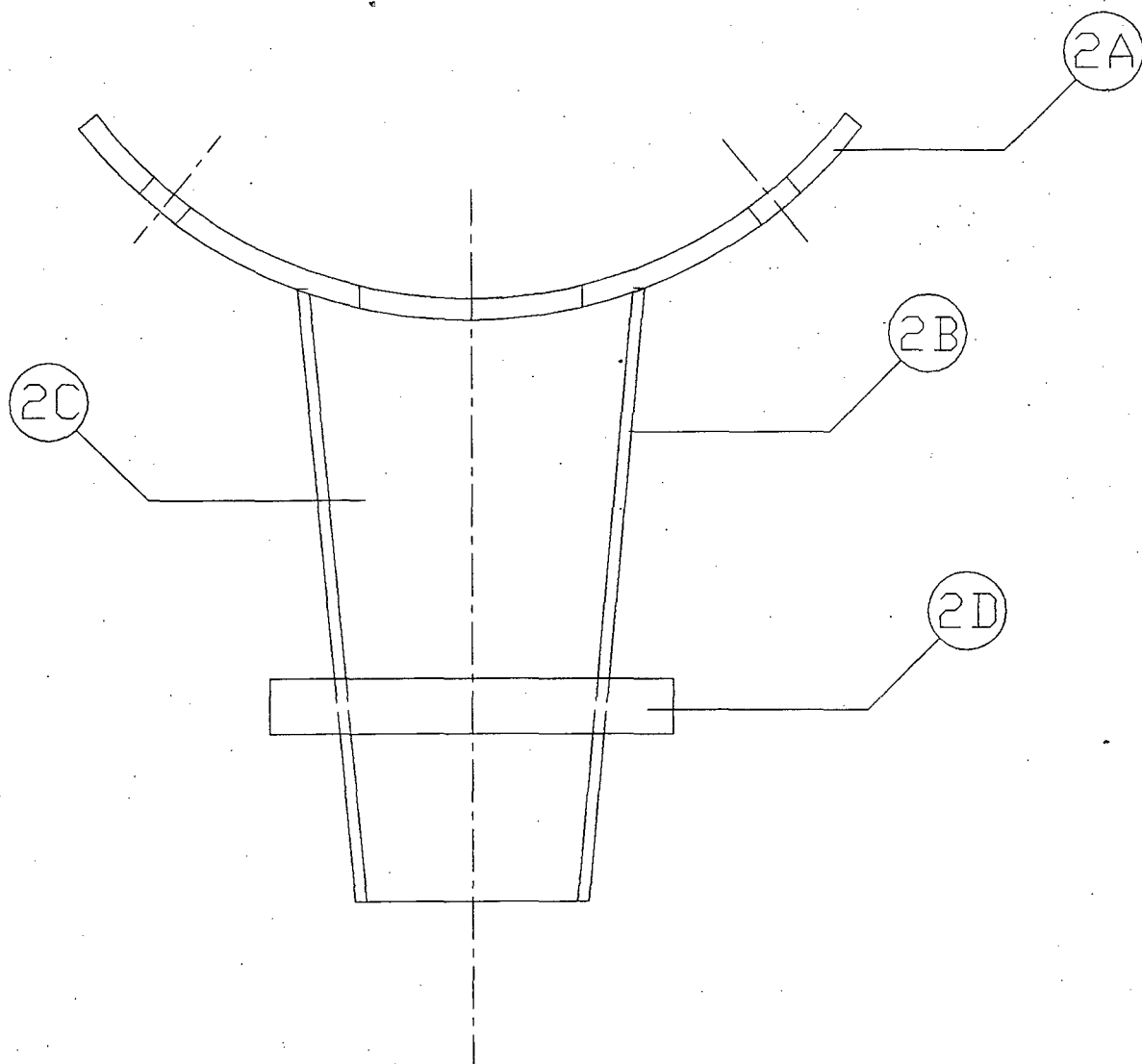


1B-A	RESERVATORIO (VISTAS)	01	Aço GALVANIZ.	ESPESSURA 2	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO	NOME	WOLFF	DES N°	
		DATA		SUBS.POR	
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS	VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
		DATA	02/96	UNIDADE	mm
		ESCALA	APROV.		
	SISTEMA DOSADOR DE ADUBO				

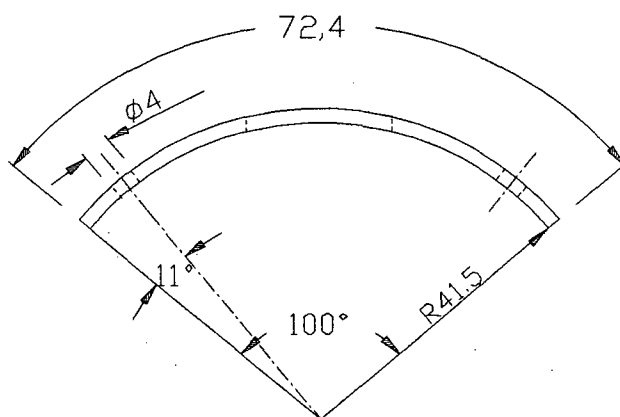
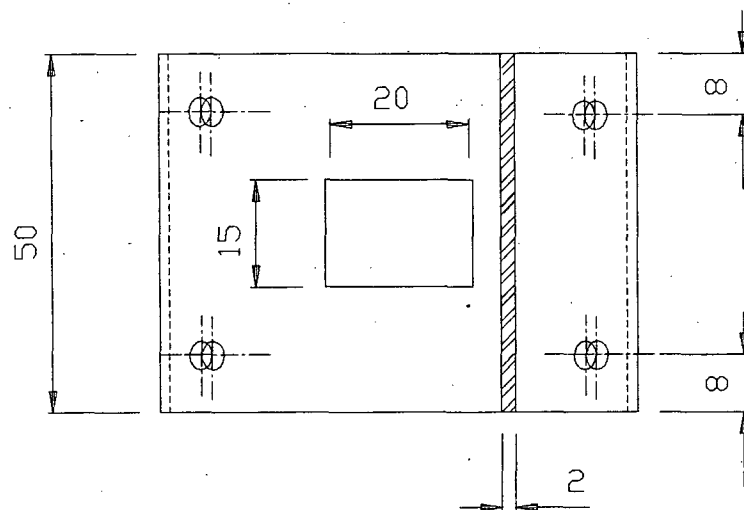



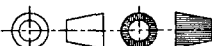
OBS: AS COTAS RESPECTIVAS AS TRES RESTANTES FACES DO TRONCO DE PIRAMIDE CORRESPONDEM A 225 mm CADA

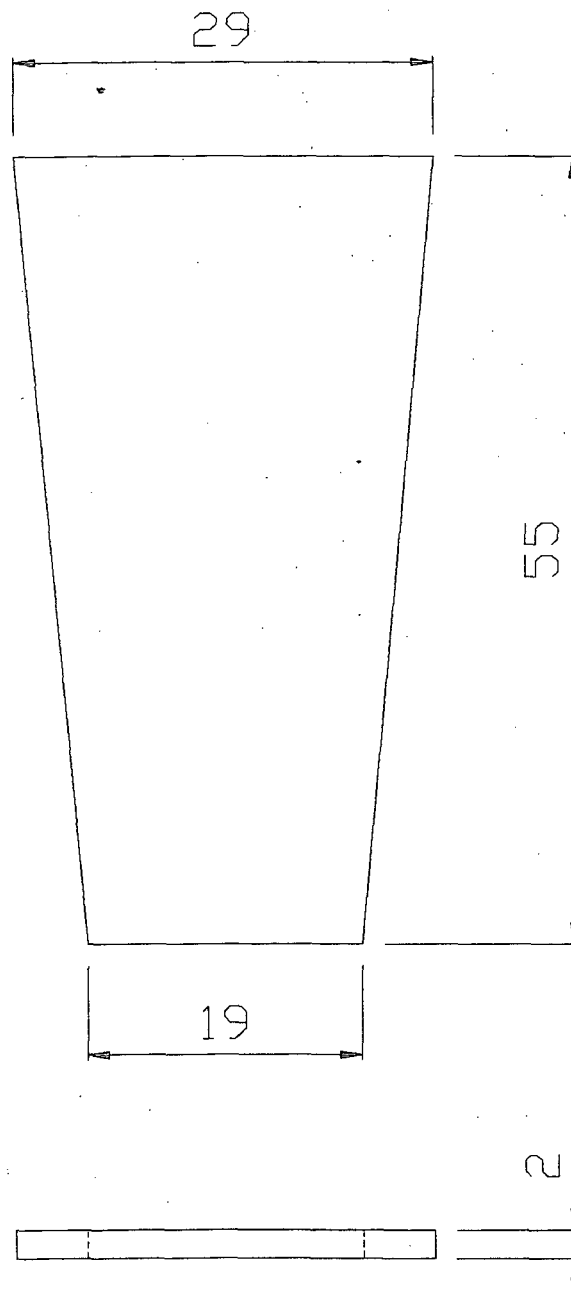
1B-B	RESERVATORIO PLANIFICADO	01	Aço GALVANIZ.	ESPESSURA 2	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
	E ADUBAÇÃO DE SULCOS		DATA	02/96	UNIDADE
	SISTEMA DOSADOR DE ADUBO		ESCALA	APROV.	



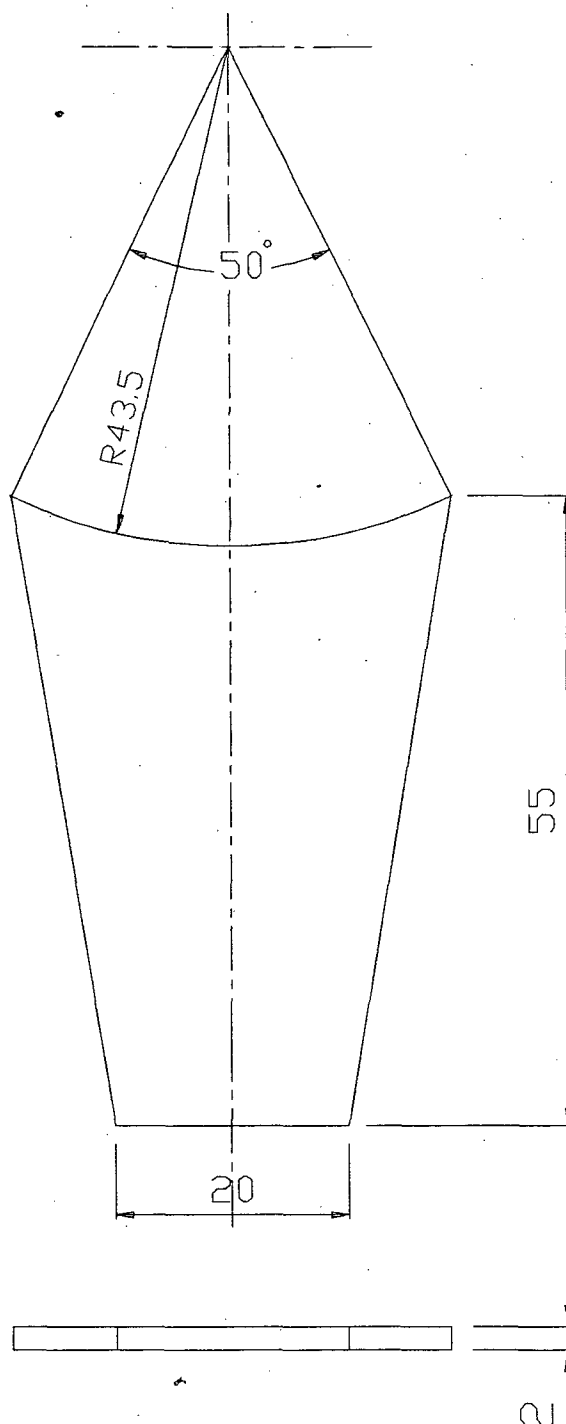
2-D	ANEL DE FIX. DA MANG.	01	Aço ABNT 1020			
2-C	CHAPA LATERAL	02	Aço ABNT 1020			
2-B	CHAPA FRONTAL	02	Aço ABNT 1020			
2-A	SUPORTE DO BOCAL	01	Aço ABNT 1020			
2	BOCLA DE SAIDA					
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO		
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO		NOME	WOLFF	DES N°	
			DATA		SUBS.POR	
			VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
			DATA	02/96	UNIDADE	mm
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS		ESCALA	APROV.		
	SISTEMA DOSADOR DE ADUBO					


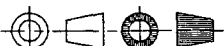


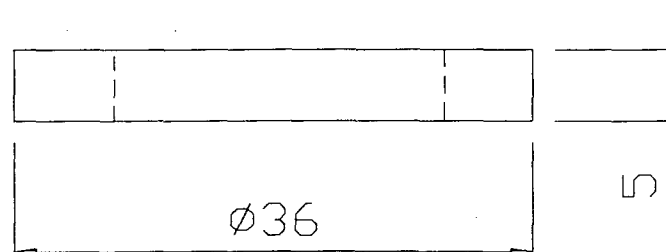
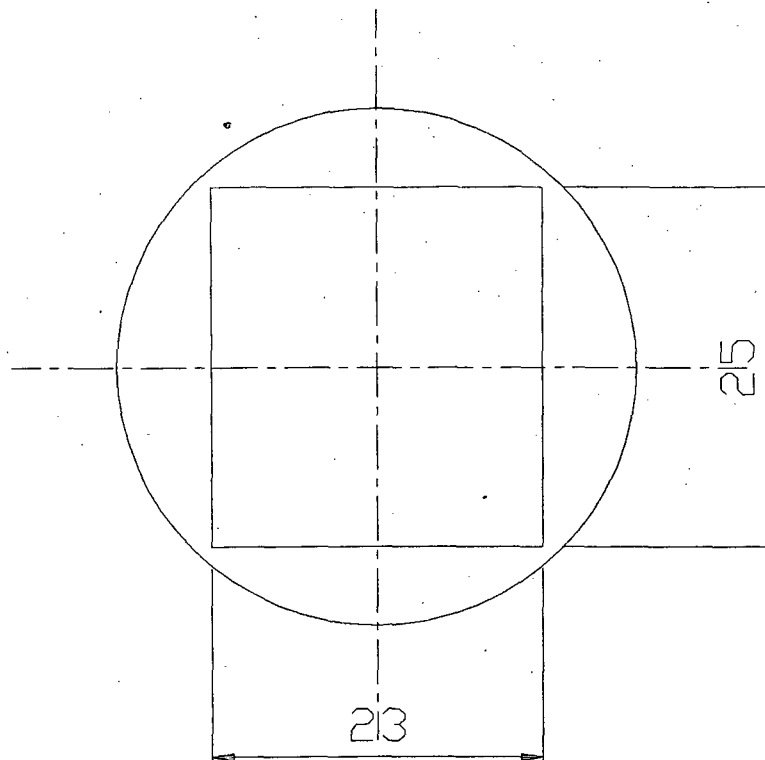
2-A	SUPORE DO BOCAL	01	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
			DATA	02/96	UNIDADE
	SISTEMA DOSADOR DE ADUBO		ESCALA	APROV.	


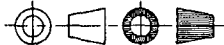


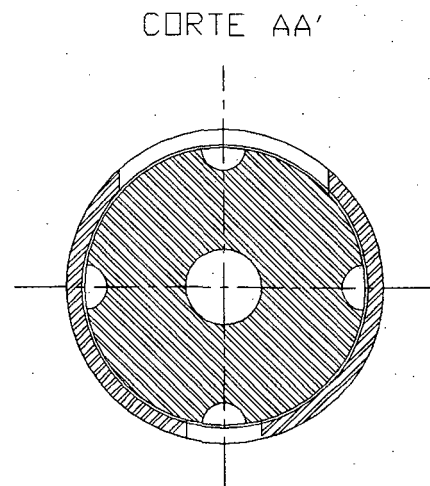
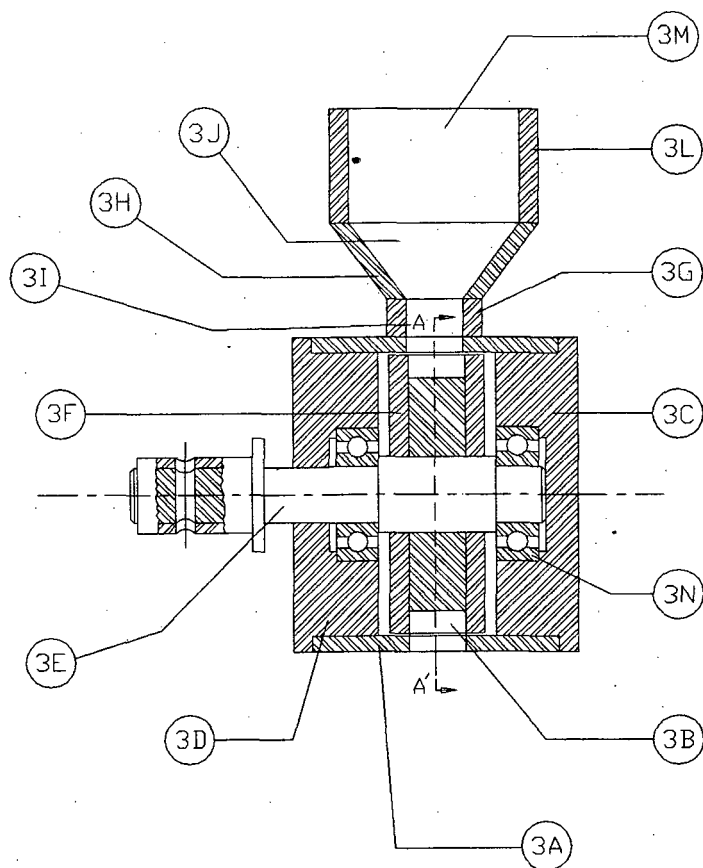
2-B	CHAPA FRONTAL	02	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
	E ADUBAÇÃO DE SULCOS		DATA	02/96	UNIDADE
	SISTEMA DOSADOR DE ADUBO		ESCALA	APROV.	




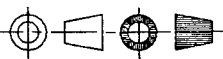
2-C	CHAPA LATERAL	02	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO	NOME	WOLFF	DES N°	
		DATA		SUBS.POR	
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS	VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE	
		DATA	02/96	UNIDADE	mm
		ESCALA	APROV.		
	SISTEMA DOSADOR DE ADUBO				

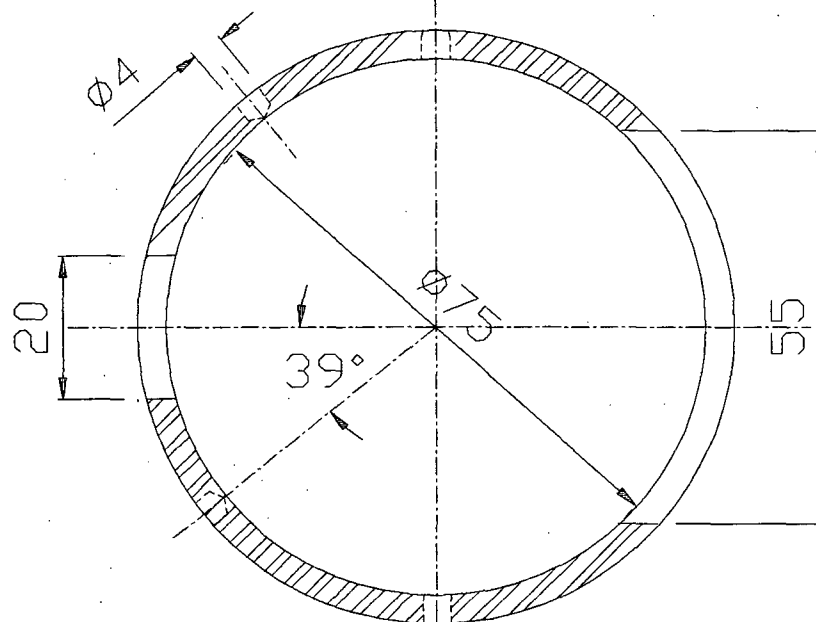
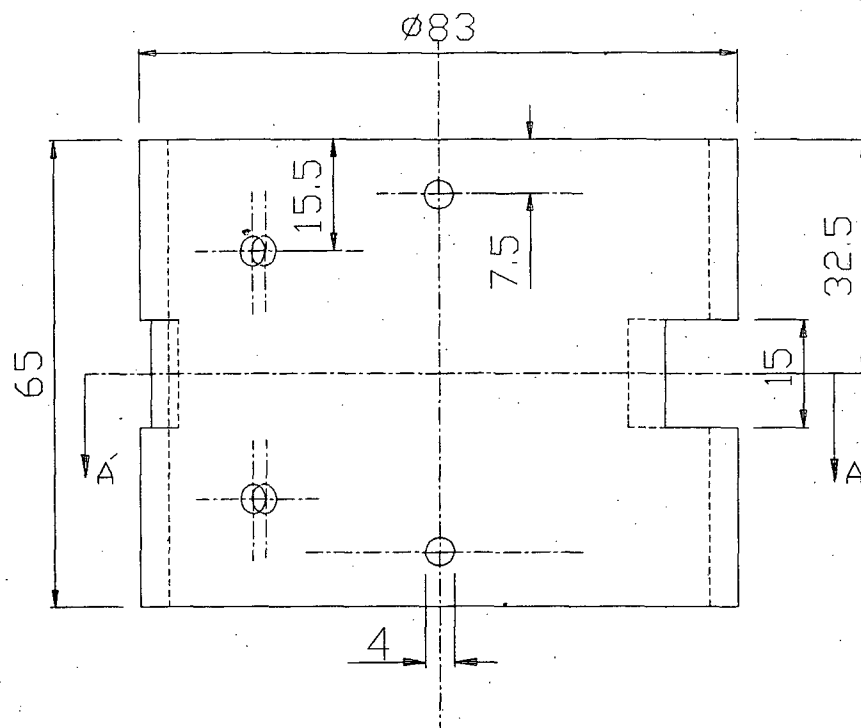


2-D	ANEL DE FIXA. DA MANG.	01	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC 	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS. POR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA		VISTO	AMORIM	EM SUBS. DE
	E ADUBAÇÃO DE SULCOS		DATA	02/96	UNIDADE
SISTEMA DOSADOR DE ADUBO		ESCALA	APROV.		mm



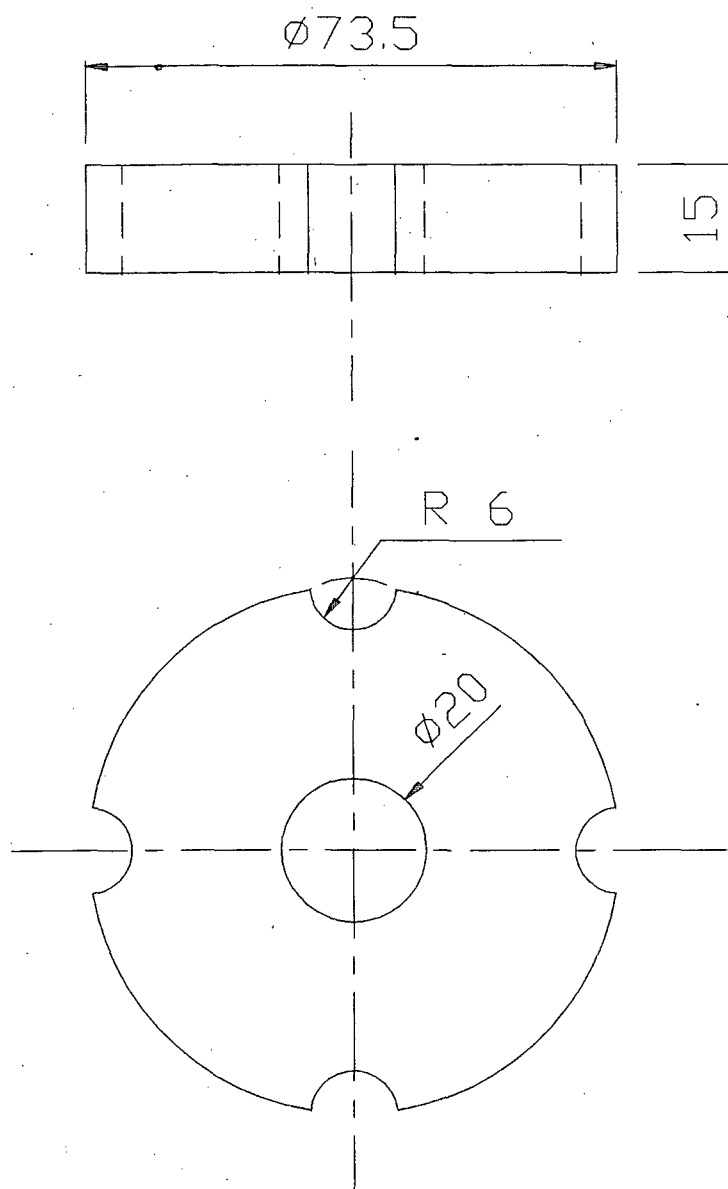
3-N	MANCAL DE ROLAMENTO	02		NSK 6202 ZZ
3-M	CHAPA 3-M	02	Aço ABNT 1020	
3-L	CHAPA 3-L	02	Aço ABNT 1020	
3-J	CHAPA 3-J	02	Aço ABNT 1020	
3-I	CHAPA 3-I	02	Aço ABNT 1020	
3-H	CHAPA 3-H	02	Aço ABNT 1020	
3-G	CHAPA 3-G	02	Aço ABNT 1020	
3-F	CHAPA LATERAL DO ROTOR	02	Aço ABNT 1020	
3-E	EIXO DO ROTOR	01	Aço ABNT 1020	
3-D	TAMPA 2	01	Aço ABNT 1020	
3-C	TAMPA 1	01	Aço ABNT 1020	
3-B	ROTOR	01	Aço ABNT 1020	
3-A	CARCACA	01	Aço ABNT 1020	

3	SUBCONJUNTO DOSADOR			
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC			NOME	WOLFF
ENGENHARIA MECÂNICA			DATA	DES N°
LABORATÓRIO DE PROJETO				SUBS.POR
			VISTO	AMORIM
			DATA	02/96
			ESCALA	APROV.
IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS				EM SUBS.DE
SISTEMA DOSADOR DE ADUBO				UNIDADE mm
				

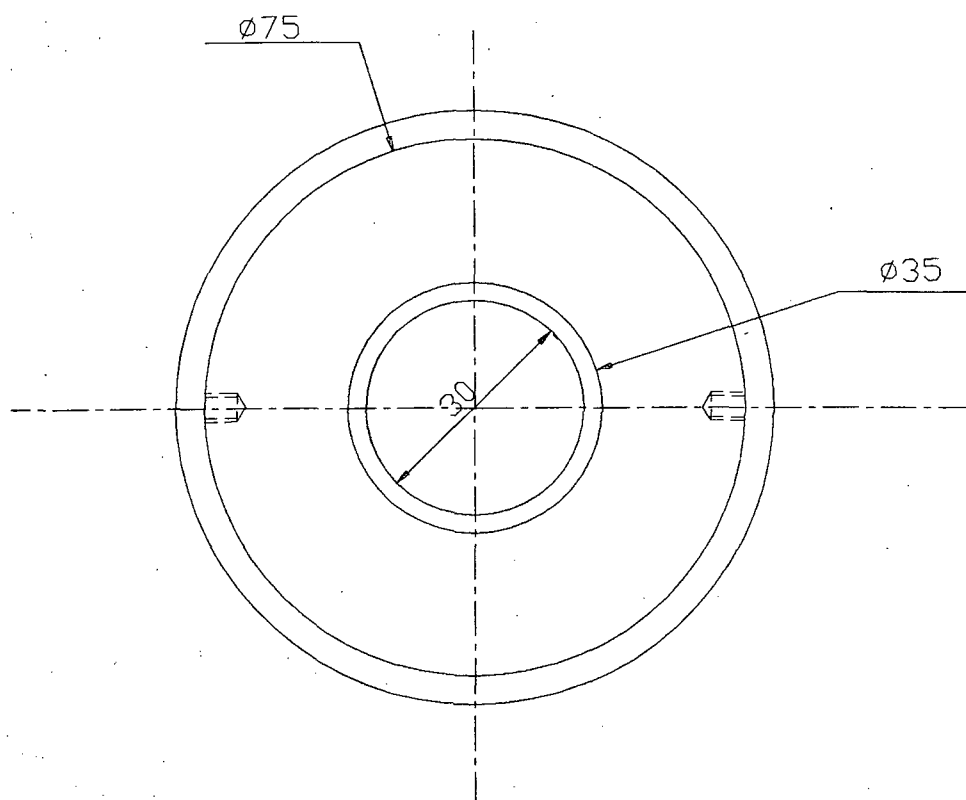
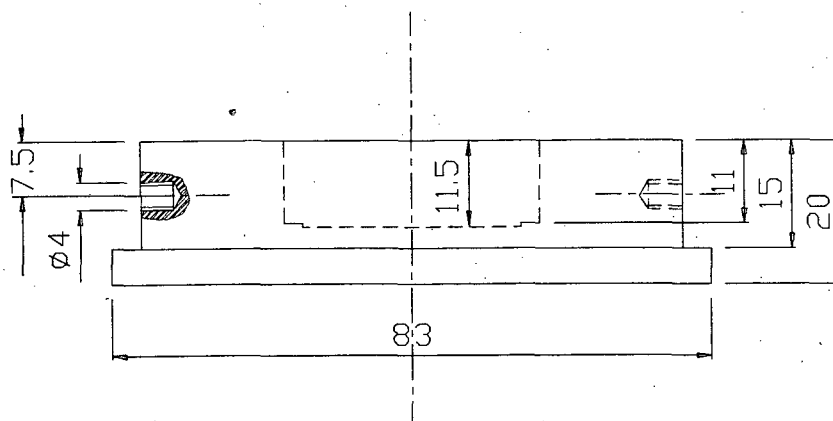


CORTE AA'

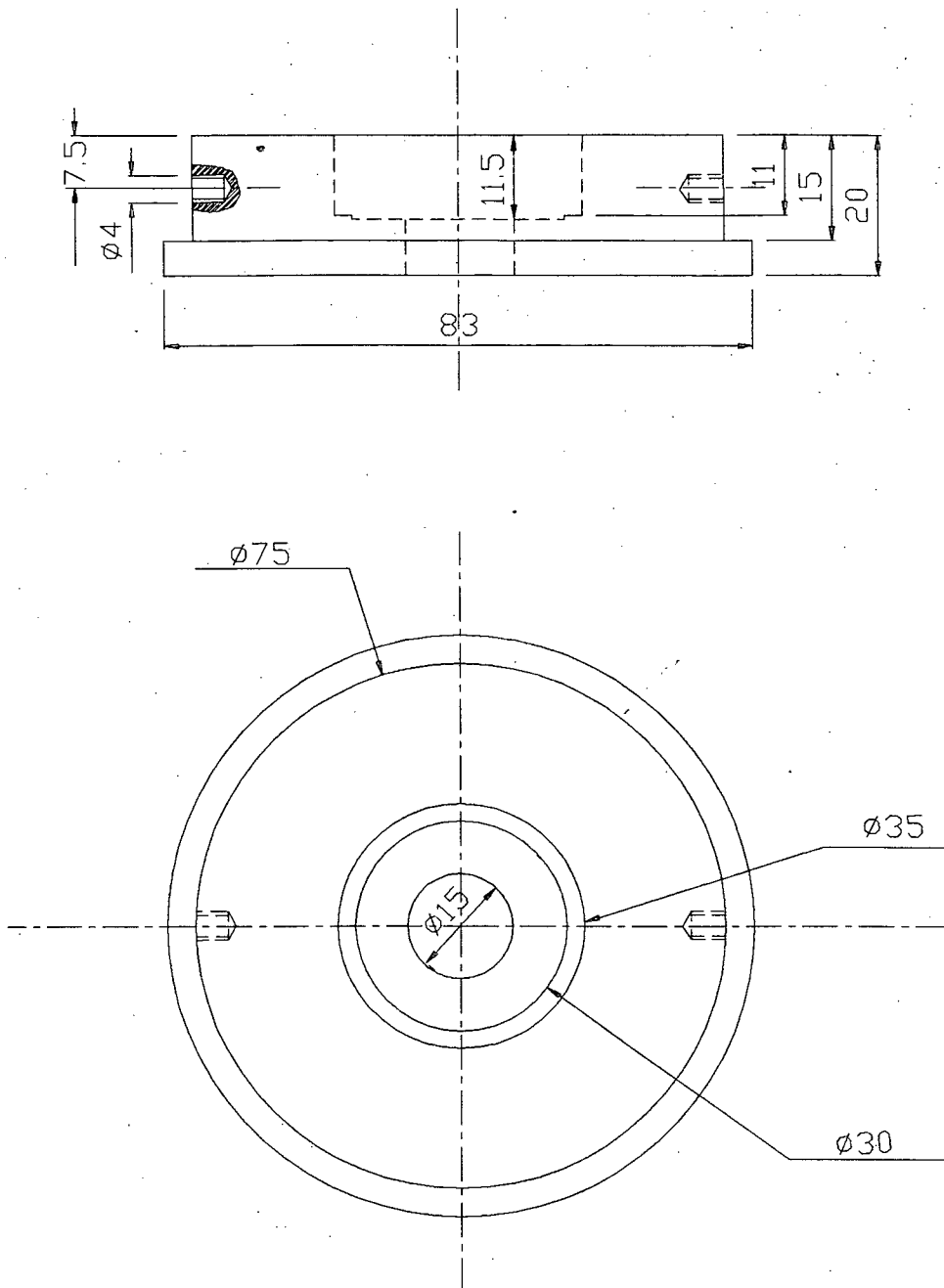
3-A	CARCACA DO ROTOR	01	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC 	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
	E ADUBAÇÃO DE SULCOS		DATA	02/96	UNIDADE
SISTEMA DOSADOR DE ADUBO			ESCALA	APROV.	mm



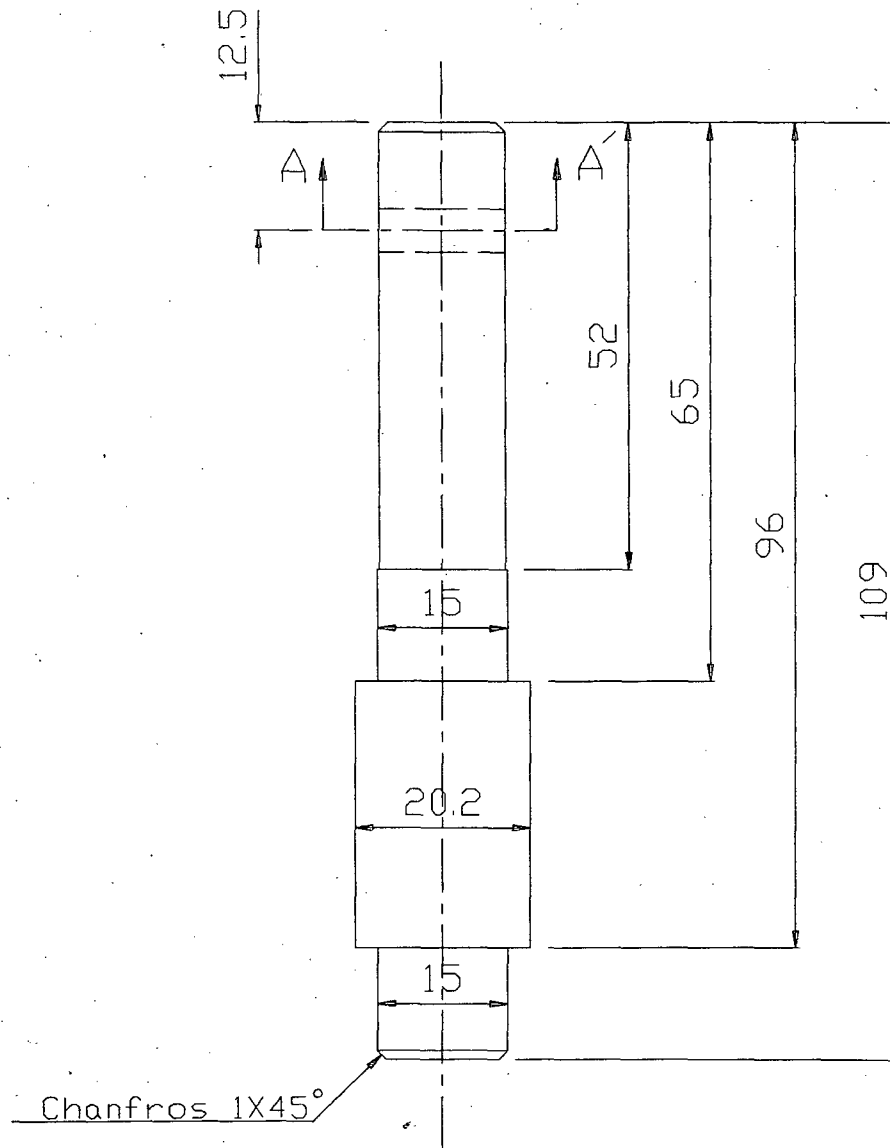
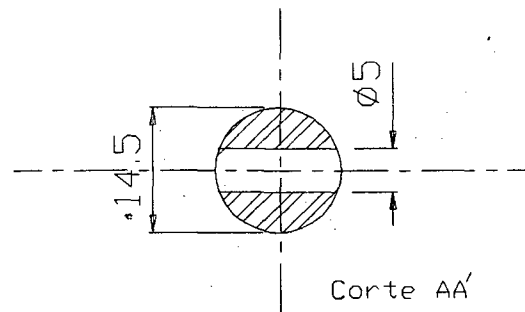
3-B	ROTOR	01	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC 	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
	E ADUBAÇÃO DE SULCOS		DATA	02/96	UNIDADE
SISTEMA DOSADOR DE ADUBO		ESCALA	APROV.		



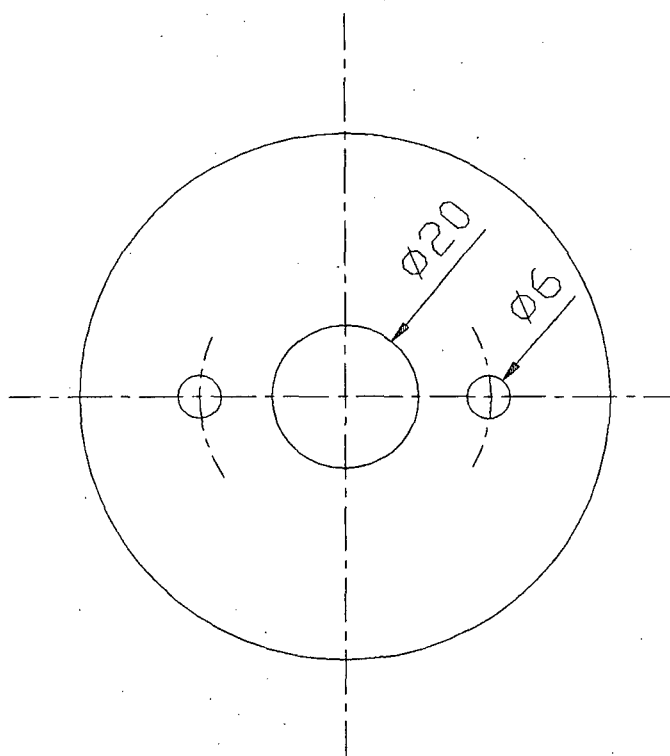
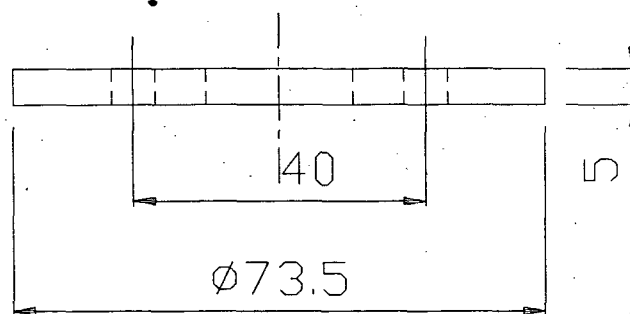
3-C	TAMPA(1) DA CARCACA	01	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO		NOME	WOLFF	DES N°
			DATA		SUBS.POR
			VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
			DATA	02/96	UNIDADE
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS		ESCALA	APROV.	
			SISTEMA DOSADOR DE ADUBO		



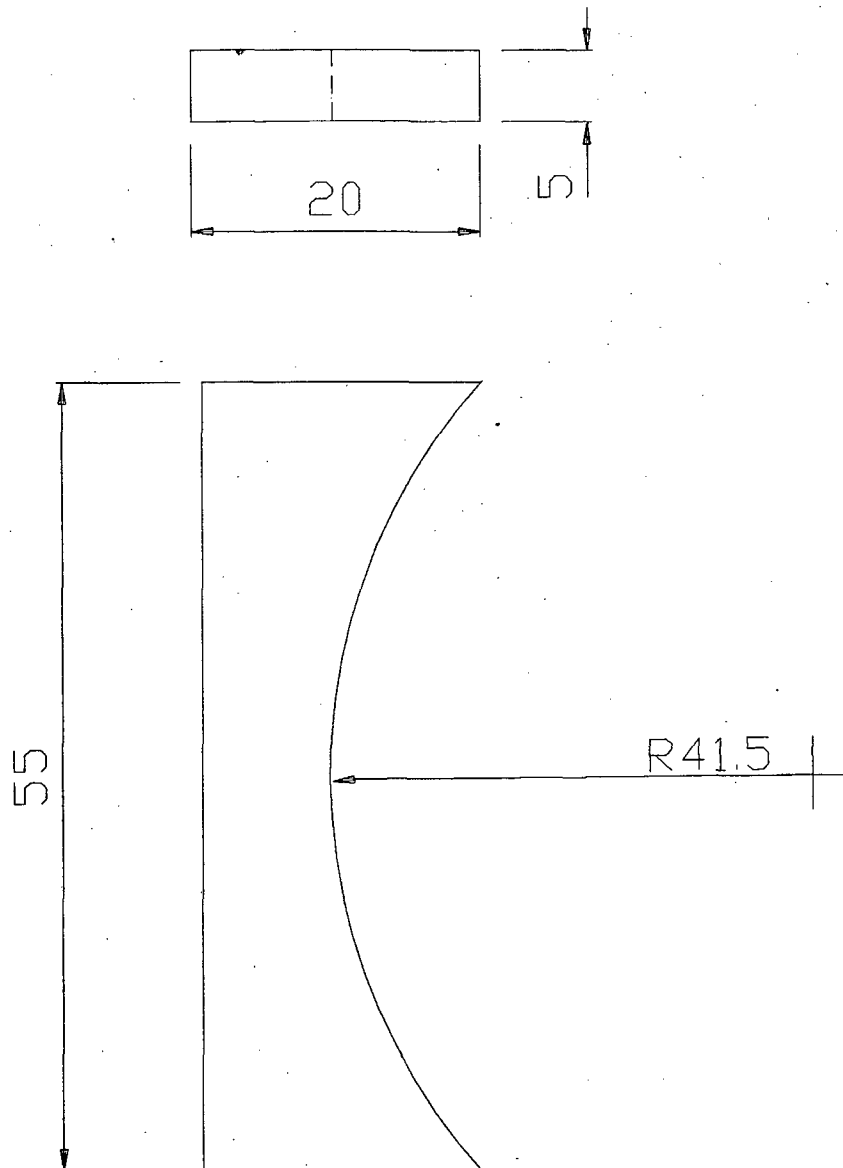
3-D	TAMPA(2) DA CARCACA	01	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC 	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
	E ADUBAÇÃO DE SULCOS		DATA	02/96	UNIDADE
SISTEMA DOSADOR DE ADUBO		ESCALA	APROV.		





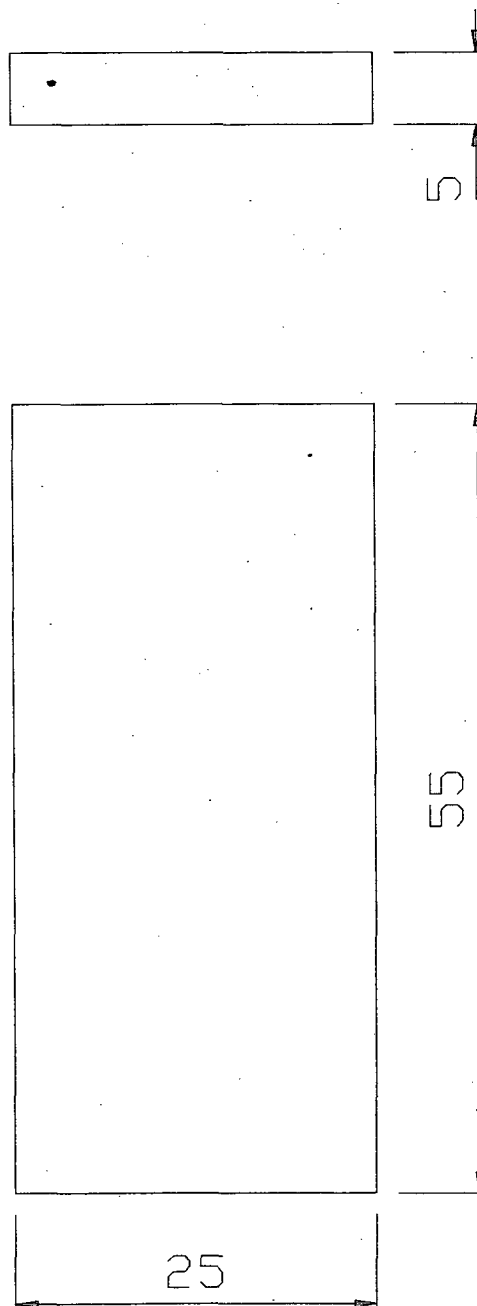
3-E	EIXO DO ROTOR	01	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO		NOME	WOLFF	DES N°
			DATA		SUBS.POR
			VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
			DATA	02/96	UNIDADE
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS		ESCALA	APROV.	
	SISTEMA DOSADOR DE ADUBO				


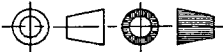


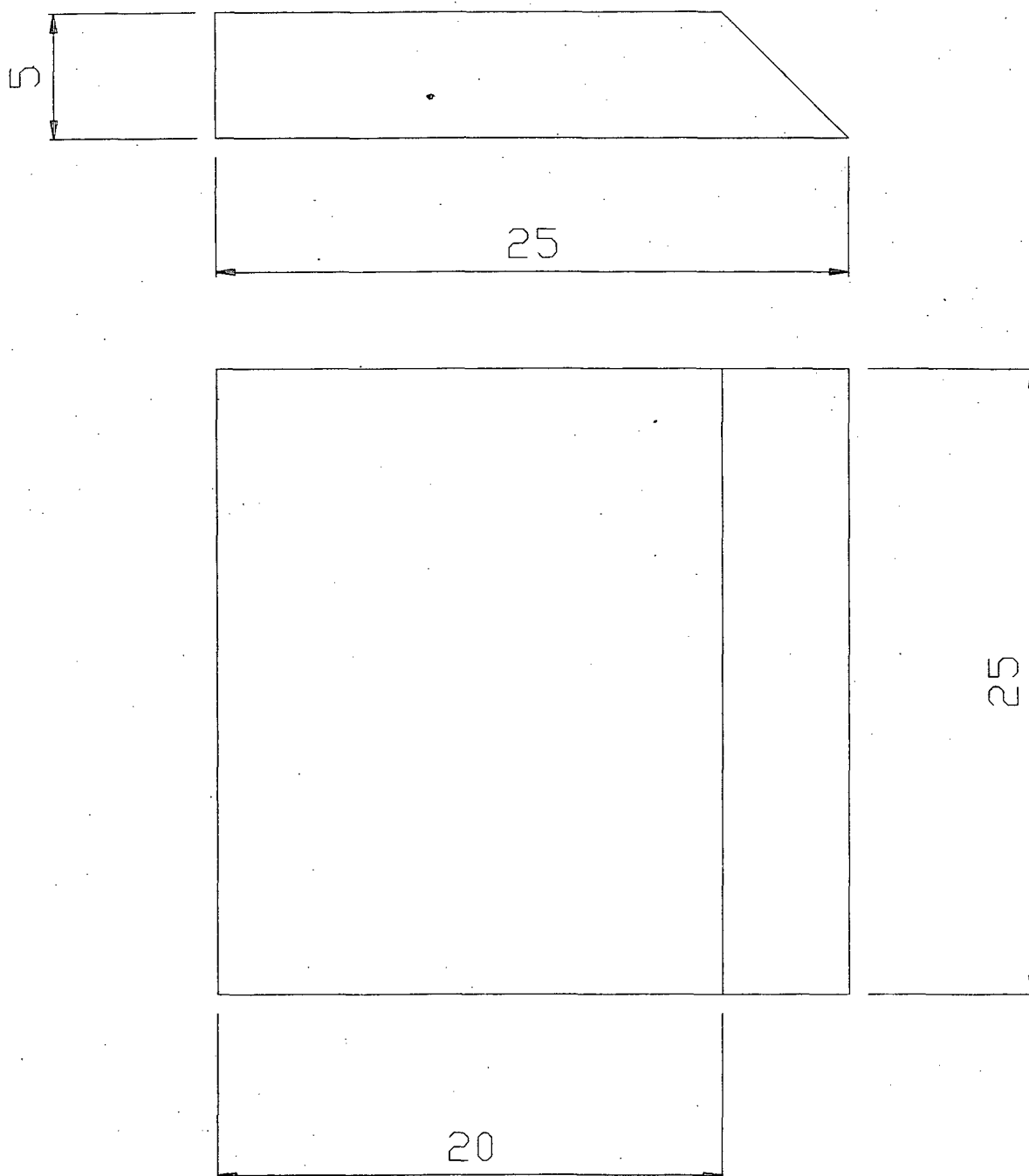
3-F	CHAPA LAT. DO ROTOR	02	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
			DATA	02/96	UNIDADE
	SISTEMA DOSADOR DE ADUBO		ESCALA	APROV.	





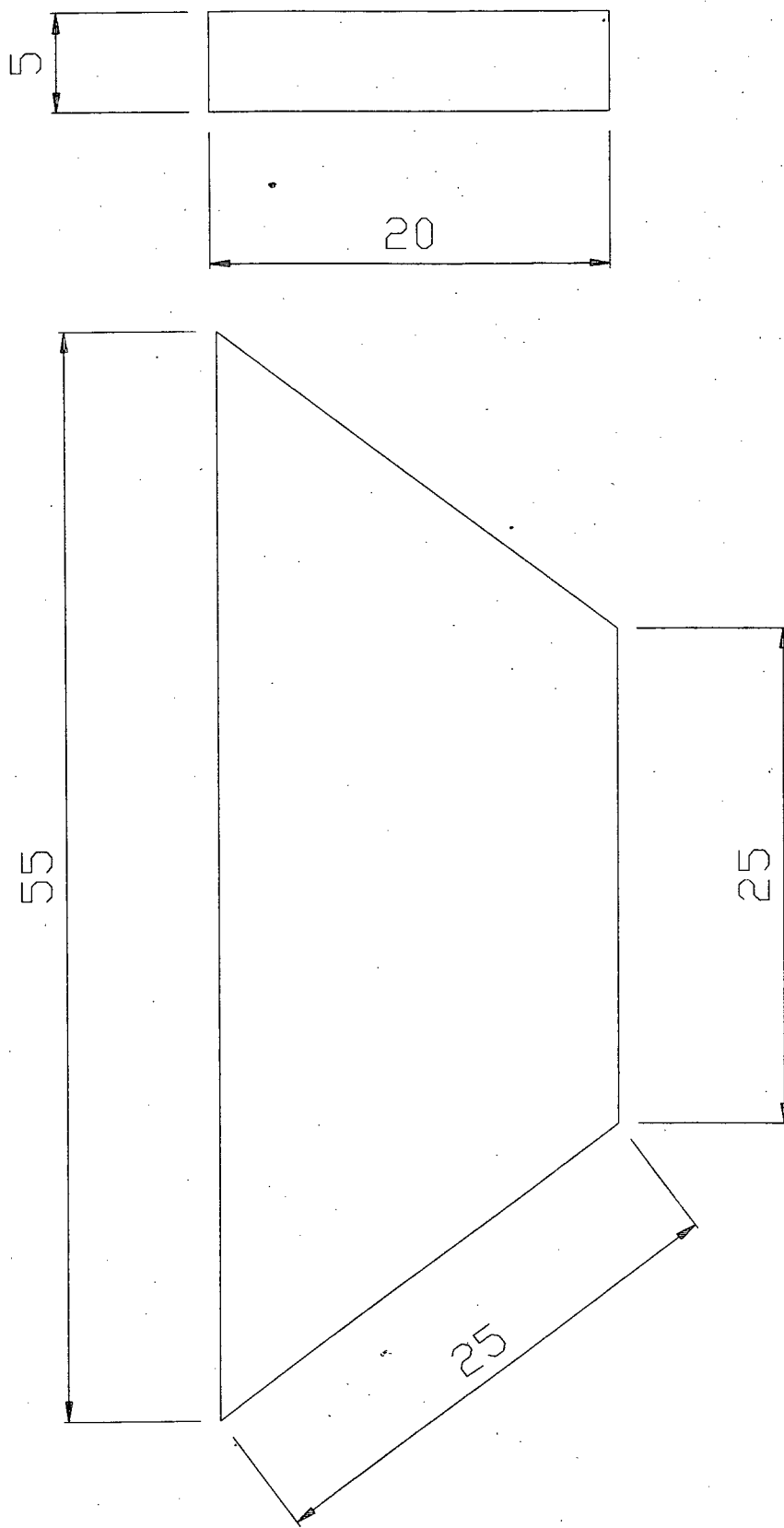
3-G	CHAPA 3-G	02	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC 	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
	E ADUBAÇÃO DE SULCOS		DATA	02/96	UNIDADE
SISTEMA DOSADOR DE ADUBO		ESCALA	APROV.		mm



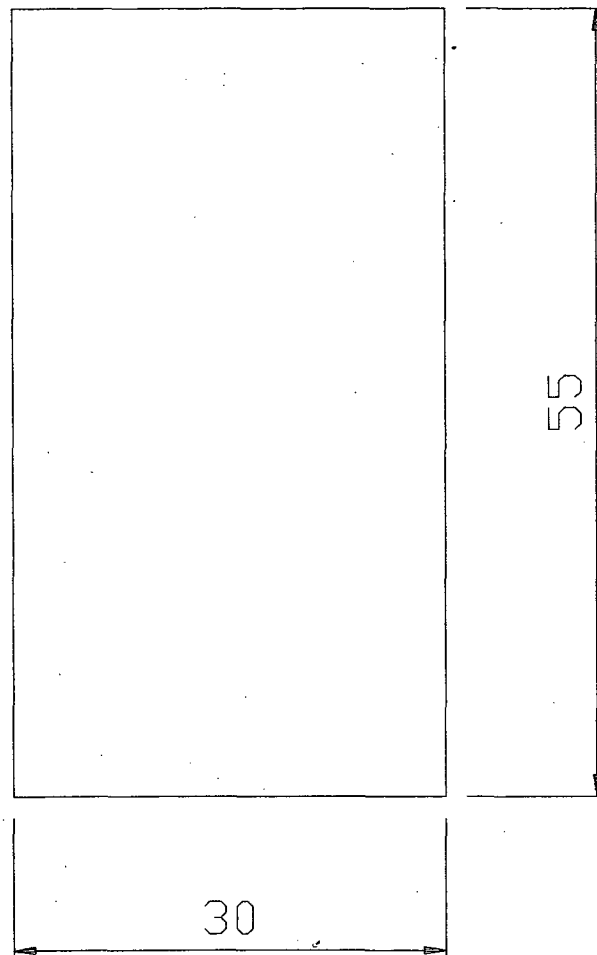
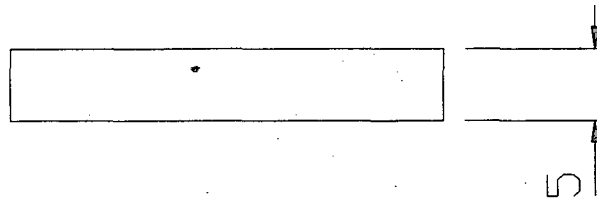
3-H	CHAPA 3-H	02	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC 	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
	E ADUBAÇÃO DE SULCOS		DATA	02/96	UNIDADE
SISTEMA DOSADOR DE ADUBO		ESCALA	APROV.		mm





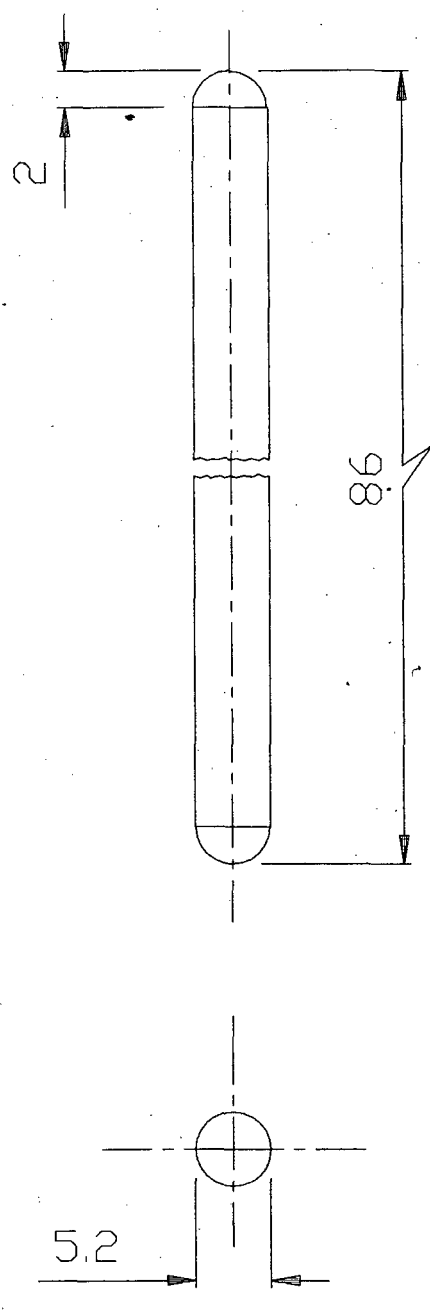
3-I	CHAPA 3-I	02	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC 	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
	E ADUBAÇÃO DE SULCOS		DATA	02/96	UNIDADE
SISTEMA DOSADOR DE ADUBO		ESCALA	APROV.		





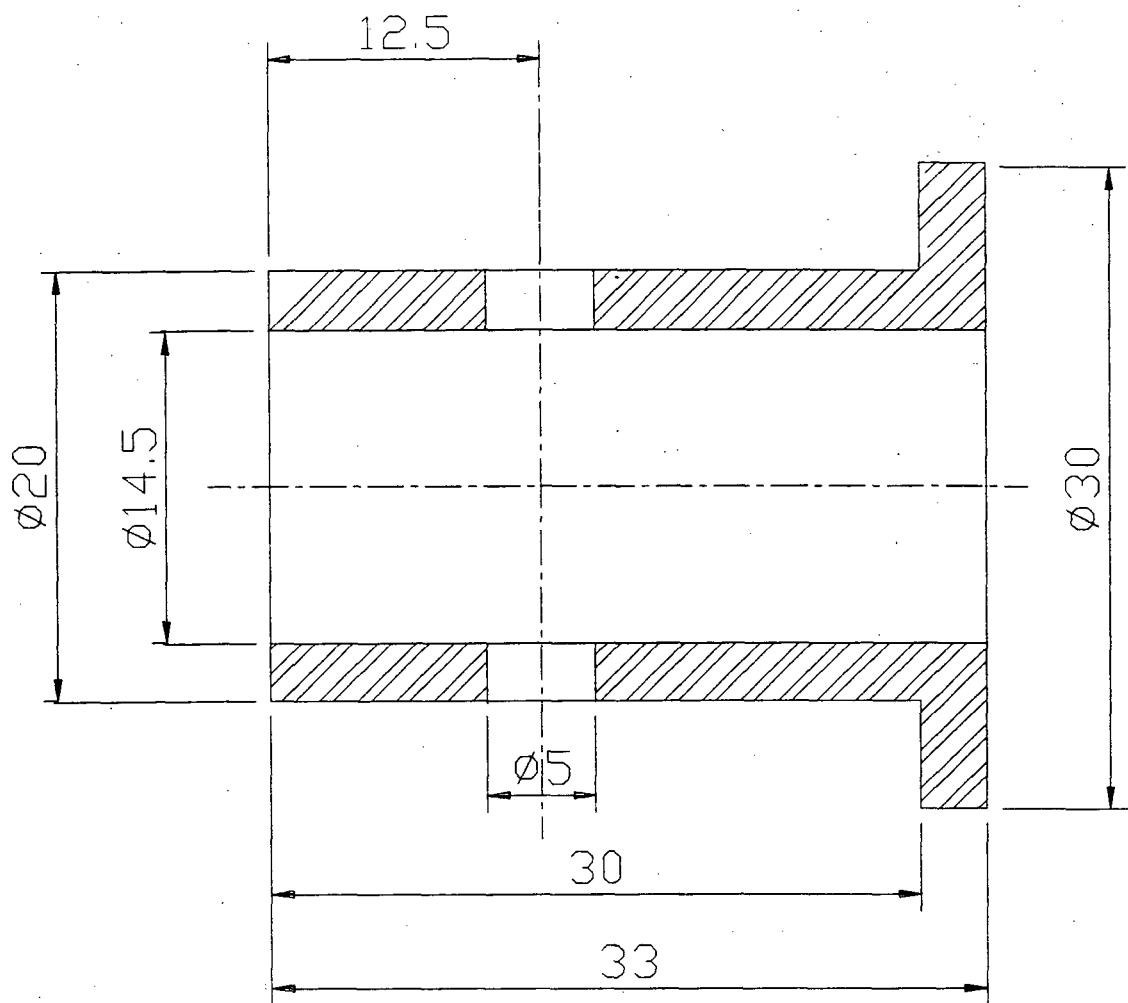
3-J	CHAPA 3-J	02	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC 	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
	E ADUBAÇÃO DE SULCOS		DATA	02/96	UNIDADE
SISTEMA DOSADOR DE ADUBO		ESCALA	APROV.		





3-L,3-M	CHAPA 3-L,3-M	04	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATÓRIO DE PROJETO IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS SISTEMA DOSADOR DE ADUBO		NOME	WOLFF	DES N°
			DATA		SUBS.POR
			VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
			DATA	02/96	UNIDADE
			ESCALA	APROV.	mm
					



5	PINO FIX. BUCHA-ROD. DENT.	01	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC 	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	WOLFF	DES N°
	LABORATÓRIO DE PROJETO		DATA		SUBS.POR
	IMPLEMENTO PARA ABERTURA		VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
	E ADUBAÇÃO DE SULCOS		DATA	02/96	UNIDADE
SISTEMA DOSADOR DE ADUBO		ESCALA	APROV.		mm



6	BUCHA RODA DENTADA	01	Aço ABNT 1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC			NOME	WOLFF	DES N°
ENGENHARIA MECÂNICA			DATA		SUBS.POR
LABORATORIO DE PROJETO			VISTO	AMORIM	EM SUBS.DE
			DATA	02/96	UNIDADE
			ESCALA	APROV.	mm
IMPLEMENTO PARA ABERTURA E ADUBAÇÃO DE SULCOS					
SISTEMA DOSADOR DE ADUBO					